2

LEÇONS

DE

CÉRAMIQUE.

Paris. — Imprimerie de Mallet-Bachelier, rue du Jardinet, 12.

LEÇONS
DE CÉRAMIQUE

PROFESSÉES

A L'ÉCOLE CENTRALE DES ARTS ET MANUFACTURES,

OU

TECHNOLOGIE CÉRAMIQUE,

COMPRENANT

LES NOTIONS DE CHIMIE, DE TECHNOLOGIE ET DE PYROTECHNIE,

APPLICABLES

A LA FABRICATION, A LA SYNTHÈSE, A L'ANALYSE, A LA DÉCORATION DES POTERIES,

PAR M. A. SALVÉTAT,

Chef des Travaux chimiques à la Manufacture impériale de Sèvres, Chevalier de la Légion d'honneur, Membre suppléant de la Commission française près l'Exposition universelle de Londres en 1851, Membre du Jury international pour l'Exposition universelle de Paris en 1855, de la Société Philomathique de Paris, du Conseil d'administration de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, du Comité de la Société des Ingénieurs civils.

TOME SECOND,

ILLUSTRÉ DE 413 FIGURES DANS LE TEXTE.

PARIS,

MALLET-BACHELIER, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE IMPÉRIALE POLYTECHNIQUE,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1857

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME SECOND.

TREIZIÈME LEÇON.

TECHNOLOGIE CÉRAMIQUE.

CLASSIFICATION DES PRODUITS CÉRAMIQUES.

CONSTITUTION DES PATES.

PRÉPARATION DES PATES.

QUATORZIÈME LEÇON.

TECHNOLOGIE CÉRAMIQUE.

PRÉPARATION DES PATES.

QUINZIÈME LEÇON.

TECHNOLOGIE CÉRAMIQUE.

PRÉPARATION DES PATES.

FAÇONNAGE DES PATES.

SEIZIÈME LEÇON.

TECHNOLOGIE CÉRAMIQUE.

FAÇONNAGE DES PATES.

FAÇONNAGE DES POTERIES COMPOSÉES.

GLAÇURES.

PYROTECHNIE CÉRAMIQUE.

DIX-SEPTIÈME LEÇON.

PYROTECHNIE CÉRAMIQUE.

DES DIVERS COMBUSTIBLES.

FOURS.

DIX-HUITIÈME LEÇON.

PYROTECHNIE CÉRAMIQUE.

CUISSON DES POTERIES.

DIX-NEUVIÈME LEÇON.

TECHNOLOGIE CÉRAMIQUE.

DÉFOURNEMENT.

VINGTIÈME LEÇON.

SYNTHESE CÉRAMIQUE.

COMPOSITIONS ET FABRICATIONS SPÉCIALES.

VINGT ET UNIÈME LEÇON.

SYNTHÈSE CÉRAMIQUE.

COMPOSITIONS CÉRAMIQUES.

VINGT-DEUXIÈME LEÇON.

SYNTHÈSE ET ANALYSES CÉRAMIQUES.

FABRICATION.

ANALYSE CÉRAMIQUE.

VINGT-TROISIÈME LEÇON.

DÉCORATION CÉRAMIQUE.

DÉCORATION DES POTERIES.

VINGT-QUATRIÈME LEÇON.

DÉCORATION CÉRAMIQUE.

SUITE DE LA DÉCORATION DES POTERIES.

LEÇONS

DE

CÉRAMIQUE.

TREIZIÈME LEÇON.

TECHNOLOGIE CÉRAMIQUE.

Classification des poteries; classification de M. Brongniart; classification nouvelle. — Composition des pâtes. — Pâtes cuites. — Influence de la silice, de l'alumine, de l'oxyde de fer, de l'oxyde de manganèse, de la chaux, de la baryte, de la magnésie, de la potasse et de la soude, des acides carbonique, sulfurique, phosphorique. — Pâtes crues. — Eau. — Matériaux qui entrent dans la composition des pâtes. — Préparation mécanique; lavages, délayage, décantage; patouillets, caisse rotative, cylindre tournant, tines à malaxer, fosses et cuves échelonnées, tamis et cribles à secousses, labyrinthes.

CLASSIFICATION DES PRODUITS CÉRAMIQUES.

BASES D'UNE CLASSIFICATION RAISONNÉE.

Avant de commencer l'étude proprement dite des divers procédés mis en usage dans la fabrication des poteries, nous allons essayer d'établir une classification raisonnée de ces sortes de produits.

La classification admise par les douanes, telle que nous l'avons donnée, tome I, page 24, quoique suffisante en général pour le but que le législateur se propose, nous paraît trop large; car elle réunit dans un même groupe des produits qu'il est utile de séparer, surtout au point de vue des procédés techniques employés pour leur fabrication.

Nous avons maintenant des connaissances assez étendues pour

apprendre à distinguer, d'après leurs caractères physiques ou chimiques, les diverses sortes de poteries que le commerce peut offrir à la consommation.

Classification de M. Brongniart. — M. Brongniart, en regardant comme essentiels les caractères tirés de la pâte, et comme secondaires ceux tirés des glaçures, divisait les poteries en trois classes et neuf ordres, disposés dans le tableau suivant :

1re *Classe*. — Pâte rayable par le fer, argilo-sableuse, calcarifère, fusible au feu de porcelaine.

1er ORDRE. Terre cuite.	Pâte argilo-sableuse, surface mate, pas de glaçure; composé de	Plastique. Ustensiles. Poteries mates.
2e ORDRE. Poteries lustrées.	Glaçure silico-alcaline, mince.	
3e ORDRE. Poteries vernissées.	Glaçure plombifère.	
4e ORDRE. Poteries émaillées.	Glaçure stannifère.	

2e *Classe*. — Poteries à pâte dure, non rayable par l'acier, opaque, argilo-sableuse, infusible.

5e ORDRE. Faïence fine.	Pâte incolore. Glaçure vitroplombique.
6e ORDRE. Grès cérame.	Pâte colorée. Sans glaçure ou glaçure vitroplombique.

3e *Classe*. — Poteries à pâte dure, translucide, argilo-sableuse, alcaline, ramollissable.

7e ORDRE. Porcelaine dure.	Pâte de kaolin et de feldspath. Glaçure feldspathique.
8e ORDRE. Porcelaine tendre naturelle anglaise.	Pâte de kaolin, de phosphate de chaux, argilo-saline. Glaçure vitroplombique, boracique.
9e ORDRE. Porcelaine tendre artificielle française.	Pâte marnosaline, frittée. Glaçure vitroplombique.

Cette classification, qui satisfait à première vue, peut laisser à désirer; car elle range dans le premier ordre, destiné seulement aux poteries sans glaçure, les ustensiles qui, très-souvent aujourd'hui, sont recouverts de glaçure : cette glaçure varie souvent dans sa nature; il faut rattacher ces ustensiles divers à l'ordre des terres cuites au moyen d'appendices plus ou moins nombreux.

On range parmi les poteries dures des poteries telles que les terres de pipe éminemment rayables. Les grès cérames peuvent présenter des glaçures très-variées : salines, calcaires et métalliques; ces produits sont confondus dans un seul et même ordre. On cherche comment placer les produits nouveaux, tels que celles des porcelaines de la Chine qui sont recouvertes d'une glaçure contenant du plomb; on ne sait où ranger dans cette classification les pâtes à boutons, le parian, etc.

Classification nouvelle. — Ces difficultés m'ont engagé, tout en acceptant les mêmes bases de division, à fractionner davantage les produits, même en réservant la place de certaines espèces qui ne sont pas encore régulièrement fabriquées.

Il est vrai qu'il paraît au premier abord assez difficile, impossible peut-être, de classer avec méthode les produits, si divers quant à leur nature, quant à leur dureté, quant à leur couleur, etc., qui constituent l'ensemble des produits céramiques. Cependant, après avoir admis, ainsi que nous l'avons fait, deux grandes classes, contenant l'une les poteries simples ou mates, la seconde les poteries recouvertes de glaçure, on peut, en considérant comme dominants les caractères tirés de la nature de la pâte, de sa transparence ou de son opacité, diviser chacune de ces classes précédentes en deux ordres, savoir : les poteries à pâte opaque et les poteries à pâte translucide. En exagérant la transparence et supposant des poteries complétement translucides, elles se transformeraient en *verre* proprement dit; cette méthode permet de classer le parian et les boutons céramiques, dont on doit le développement à M. Bapterosses.

Les poteries à pâte translucide présentent un caractère commun; c'est une dureté très-considérable, ainsi qu'une blancheur presque complète. La translucidité résulte d'un commencement de vitrification, et la présence du plus grand nombre des oxydes colorants, formant des parcelles non fondues opaques, retire la

transparence. Les poteries opaques, au contraire, sont tantôt à pâte tendre, c'est-à-dire rayable par l'acier, tantôt à pâte dure, non rayable par l'acier; ces dernières établissent le passage naturel entre les poteries tendres et les poteries translucides : elles ne diffèrent souvent des premières qu'en ce qu'elles n'ont été soumises qu'à des températures basses; elles ne diffèrent encore des dernières qu'en ce qu'elles contiennent interposées des particules infusibles qui s'opposent à toute transmission de lumière. Il n'est pas rare, en effet, de voir une même composition fournir des produits très-différents par des cuissons à des températures différentes, comme la pâte de porcelaine dure par exemple; il est certain de même que la coloration des porcelaines dans la masse, par l'addition de certains oxydes métalliques infusibles, fait disparaître le caractère porcelanique, c'est-à-dire la transparence, pour transformer ces produits en véritable grès cérame.

Mais la division que nous proposons ici ne peut présenter un caractère absolu, car elle ne repose pas exclusivement sur la nature de la pâte. Il me paraît convenable, en effet, pour cette classification, de considérer d'abord les caractères physiques et non les compositions chimiques pour former les groupes principaux, puisque, en faisant varier les températures, on obtient ou des produits très-variés avec le même mélange, ou le même aspect, au moyen de compositions chimiquement très-éloignées.

C'est ainsi, par exemple, qu'avec la pâte de porcelaine on peut faire à volonté, suivant la température à laquelle la pâte sera portée :

1°. De la poterie tendre, rayable (faible dégourdi);

2°. De la poterie de faïence fine (très-fort dégourdi);

3°. De la poterie de grès, si la température ne dépasse pas celle qui correspond au ramollissement des pegmatites;

4°. Enfin de la porcelaine, si la pâte est soumise à la température de 1,500 à 1,600 degrés.

Les poteries communes, fabriquées en Perse, prennent l'apparence des pâtes de porcelaine, lorsqu'on chauffe au point de développer une certaine translucidité par le ramollissement des frittes qui les composent.

C'est encore ainsi qu'on obtient avec des matériaux très-différents, comme les pâtes de porcelaine dure et tendre, des bis-

cuits qu'il est bien difficile de distinguer sans le secours des réactifs chimiques.

Nous n'excluons pas toutefois les caractères différenciels tirés de la composition; mais nous les réservons pour établir des sous-ordres.

Nous établirons de la sorte comme sous-ordres, dans la première classe des poteries tendres, suivant leur composition :

1°. Des poteries à pâte charbonneuse;

2°. Des poteries à pâte quartzeuse;

3°. Des poteries à pâte sableuse;

4°. Des poteries à pâte marneuse;

5°. Des poteries à pâte calcaire.

Les terres cuites, les matériaux de construction, les briques, les tuiles sont des produits céramiques appartenant aux sous-ordres des poteries sableuses.

Quelques terres cuites ont une composition marneuse.

La pâte des faïences communes est presque toujours calcaire.

Entre les pâtes dures et les pâtes tendres, nous pouvons intercaler un ordre de pâtes demi-dures, faisant la transition des unes aux autres, et comprenant des pâtes généralement argileuses. Ces poteries, qui ont été fabriquées sur une très-grande échelle, avaient reçu le nom de *terre de pipe*. Leur pâte sert aujourd'hui même à la confection des pipes de terre à fumer. Nous avons cru devoir ajouter un premier sous-ordre comprenant les poteries à pâte noire charbonnées, cuites à température élevée, dont le type peut être pris parmi les poteries de Bourzy.

Sous le rapport de la composition chimique, nous diviserons les poteries simples à pâte dure en trois sous-ordres, savoir :

1°. Les poteries à pâtes silexées, c'est-à-dire celles dans la composition desquelles le silex entre pour une proportion notable : ces pâtes sont en général plus ou moins feldspathiques;

2°. Les pâtes ferrugineuses, constituant la majeure partie des grès communs, et les pâtes feldspathiques, qui forment la base des poteries de grès fins ;

3°. Les pâtes alumineuses, représentant en général les grès fins.

Les pâtes silexées et feldspathiques concourent à la confection des poteries cailloutées dites *ironstones*, qu'on appelle en France *faïences fines*, et que le commerce désigne sous le nom bien im-

propre de *porcelaine opaque,* le caractère principal de la porcelaine étant la transparence.

Nous partagerons les poteries à pâtes translucides en poteries :

1°. A pâte kaolinique ;

2°. A pâte frittée : biscuit de porcelaine tendre ;

3°. A pâte phosphatique ;

4°. A pâte argilo-feldspathique ;

5°. A pâte feldspathique.

La pâte kaolinique comprendra les poteries connues dans le commerce sous le nom de *biscuits de porcelaine dure.*

La pâte frittée correspond à la porcelaine tendre artificielle française, et la pâte phosphatique comprend la pâte de porcelaine tendre artificielle anglaise. La pâte argilo-feldspathique est la pâte de sculpture, inventée récemment par les Anglais, qui lui ont donné le nom de *parian.* Les pâtes feldspathiques contiennent les pâtes à boutons créées par M. Bapterosses. Il est évident d'ailleurs que plusieurs mélanges de ces divers sous-ordres conduiront à des pâtes particulières participant des sous-ordres auxquels les compositions auront été réellement empruntées.

Dans cette classe des poteries simples, nous trouverons classées méthodiquement toutes les poteries mates, soit qu'on n'ait pas su, soit qu'on n'ait pas voulu les recouvrir de glaçure. Cette classe comprendra généralement toutes les poteries qui passent à l'état de biscuit avant d'être amenées au point de fabrication que le commerce désire, point intermédiaire qui précède la mise en couverte.

Si nous cherchons à préciser ici le sens du mot biscuit, nous croyons pouvoir admettre que sa signification dérive de la porosité, c'est-à-dire de la ressemblance de la poterie avec les biscuits de farine, et non d'une cuisson double, puisque les poteries dites biscuitées résultent, au contraire, d'un passage des pièces au seul feu, soit du dégourdi, soit de grand feu. Ce caractère du biscuit de farine disparaît dans les poteries de terre translucides ; mais, comme l'usage a consacré l'expression de biscuit en parlant des porcelaines cuites sans glaçure, nous la conserverons.

Cette classe comprend encore les poteries légèrement lustrées, qui doivent un commencement de brillant aux températures seules qu'elles ont subies.

La seconde classe des poteries que nous avons admises renferme les poteries composées; à chaque ordre, à chaque sous-ordre de poteries simples correspondent naturellement des poteries qui ne diffèrent des premières qu'en ce qu'elles sont recouvertes de glaçures. La composition chimique des glaçures nous permettra de distinguer ces glaçures comme M. Brongniart l'a fait dans la classification, telle qu'il l'a définitivement arrêtée dans son *Traité classique des Arts céramiques*. Nous distinguerons donc les poteries à glaçure alcaline, les poteries vernissées, les poteries émaillées et les poteries à glaçure terreuse, suivant que domineront dans les glaçures les alcalis, l'oxyde de plomb, l'oxyde d'étain, les silicates terreux.

Nous réserverons le nom de *poteries lustrées* aux poteries qui ne seront recouvertes que de couches très-minces de glaçures, quelle que soit d'ailleurs la composition de ces glaçures, qu'elles contiennent du plomb ou qu'elles n'en renferment pas. Il est évident qu'en attachant aux poteries dans la glaçure desquelles il entre de l'acide borique, l'importance que ces produits méritent, nous avons pu former une nouvelle division de poteries à glaçures boraciques.

La classification qui précède nous permet de placer, indépendamment de leur forme, les divers produits céramiques qui présentent une composition identique; il est évident qu'au point de vue de l'histoire elle aurait l'inconvénient de séparer des produits qu'il faudrait peut-être réunir à cause de leur forme, les carreaux par exemple. Mais, nous le disons, dans ce travail ce que nous devions faire dominer, c'était la question technologique; la matière et les procédés employés pour faire les carreaux m'ont paru devoir indiquer la place que ces produits occupent dans les séries céramiques, indépendamment de la forme qui ne devait être qu'accessoire.

Certaines pièces historiques offrent déjà, la fabrication de nouvelles poteries présentera sans doute dans quelques années des pâtes superposées de couleurs différentes. Nous considérerons ces sortes de produits comme des poteries simples, en nous réservant de traiter, à propos de la décoration, de la manière de les façonner.

Le tableau suivant représente, d'une manière synoptique, les diverses productions céramiques.

PREMIÈRE CLASSE. — POTERIES SIMPLES.

		GENRES.
1er ORDRE. PATE OPAQUE. . . .	1er SOUS-ORDRE. *Pâte tendre.....*	*Pâte charbonneuse hydratée.* Poterie celtique.
		Pâte quartzeuze. Poterie primitive, gauloise, scandinave.
		Pâte sableuse. Briques, poterie d'Égypte.
		Pâte marneuse. Terre cuite, poterie romaine.
		Pâte calcaire. Faïence commune.
	2e SOUS-ORDRE. *Pâte demi-dure.*	*Pâte charbonneuse.* Poterie de Bourzy (anhydre).
		Pâte argileuse. Terre de pipe, pipes.
	3e SOUS-ORDRE. *Pâte dure......*	*Pâte silexée.* Cailloutages.
		Pâte ferrugineuse. Grès communs.
		Pâte feldspathique. Grès fins.
2e ORDRE. PATE TRANSLUCIDE, DURE........................		*Pâte kaolinique.* Porcelaine dure.
		Pâte phosphatique. Porcelaine tendre anglaise.
		Pâte frittée. Porcelaine tendre française.
		Pâte argilo-feldspathique. Parian.
		Pâte feldspathique. Boutons de M. Bapterosses.

La deuxième classe contient les poteries qui ont reçu des glaçures ; à chacun des genres peuvent correspondre cinq espèces, suivant

que le corps de pâte est recouvert d'une glaçure silico-alcaline, d'un vernis, d'un émail, d'une glaçure boracique ou d'une glaçure alcalino-terreuse. Ces divers produits sont classés méthodiquement dans le tableau suivant.

DEUXIÈME CLASSE. — POTERIES COMPOSÉES.

1er ORDRE. — Pâte opaque.

1er SOUS-ORDRE. — *Pâte opaque tendre.*

GENRES.	ESPÈCES.
	GLAÇURE :
1°. Pâte quartzeuse.....	Silico-alcaline.
	Plombifère.
	Stannifère.
	Boracique.
	Alcalino-terreuse.
2°. Pâte sableuse.......	Silico-alcaline; *figurines d'Égypte.*
	Plombifère; *briques vernissées au plomb.*
	Stannifère; *faïence arabe.*
	Boracique; *poteries persanes.*
	Alcalino-terreuse; *carreaux des mosquées arabes.*
3°. Pâte marneuse.......	Silico-alcaline; *poterie italo-grecque, romaine.*
	Plombifère; *poterie vernissée commune.*
	Stannifère; *quelques faïences pour poêles.*
	Boracique; *quelq. faïences de Sarreguemines.*
	Alcalino-terreuse; *quelq. poteries communes.*
4°. Pâte calcaire........	Silico-alcaline.
	Plombifère; *terres cuites de Beauvoisis.*
	Stannifère; *faïence commune.*
	Boracique.
	Alcalino-terreuse.

2e SOUS-ORDRE. — *Pâte demi-dure.*

5°. Pâte argileuse.......	Silico-alcaline; *quelques vases mexicains.*
	Plombifère; *faïence de Henri II.*
	Stannifère; *terre de pipe émaillée.*
	Boracique; *faïences de Rubelles.*
	Alcalino-terreuse; *tuiles à glaçure calcaire.*

3e SOUS-ORDRE. — *Pâte dure.*

	GLAÇURE :
6°. Pâte silexée.........	Silico-alcaline; *faïence des frères Ellers.* Plombifère; *cream-colour des Anglais.* Stannifère; *faïence fine émaillée de Lunéville.* Boracique; *cailloutages anglais.* Alcalino-terreuse.
7°. Pâte ferrugineuse...	Silico-alcaline; *grès commun salé.* Plombifère; *grès commun vernissé.* Stannifère; *grès de Chine et du Japon.* Boracique; *grès commun anglais.* Alcalino-terreuse; *grès commun à couverte calcaire de Treigny et Saint-Amand.*
8°. Pâte alumineuse.....	Silico-alcaline; *grès fin anglais.* Plombifère; *grès fin anglais.* Stannifère; *certains grès de la Chine.* Boracique; *grès fin façon anglaise.* Alcalino-terreuse; *grès fin à couverte terreuse du Montet.*

2e ORDRE. — Pâte translucide.

9°. Pâte kaolinique.....	Silico-alcaline. Plombifère; *quelques porcelaines dures vernissées chinoises.* Stannifère; *quelques porcelaines de Chine.* Boracique; *porcelaine dure vernissée de Sèvres façon Bernard Palissy.* Alcalino-terreuse; *porcelaine ordinaire de Sèvres, de Chine, de Saxe.*
10°. Pâte phosphatique..	Silico-alcaline. Plombifère; *porcelaine tendre anglaise de l'époque moyenne.* Stannifère. Boracique; *porcelaine tendre anglaise moderne.* Acalino-terreuse.
11°. Pâte frittée........	Silico-alcaline; *porcelaine de Perse.* Plombifère; *porcelaine tendre vieux Sèvres.* Stannifère; *porcelaine de Chantilly* (1735). Boracique; *porcelaine tendre de Tournay.* Alcalino-terreuse.

	GLAÇURE :
12°. Pâte argilo-feldspathique..............	Silico-alcaline.
	Plombifère ; *parian vernissé.*
	Stannifère.
	Boracique ; *parian anglais.*
	Alcalino-terreuse ; *parian anglais brillant.*

La pâte feldspathique, jusqu'à ce jour, n'a pas été recouverte de glaçure ; les boutons ont par eux-mêmes une apparence vitreuse suffisante pour qu'il ne soit pas nécessaire de les recouvrir d'aucune matière complétement fondue ; ils prennent directement les couleurs sans aucun intermédiaire.

Maintenant que nous sommes fixés sur la classification des poteries, nous pouvons examiner les procédés variés au moyen desquels on les fabrique.

CONSTITUTION DES PATES.

PATES CUITES.

Si nous examinons toutes les pâtes céramiques cuites, quelle que soit l'espèce à laquelle elles appartiennent, nous les voyons formées de silice, quelquefois de silice presque exclusivement, mais c'est l'exception ; quelquefois aussi de silice en combinaison avec l'alumine, et c'est le cas le plus général ; quelquefois, enfin, le silicate d'alumine est en mélange avec des silicates étrangers, alcalins ou terreux, de l'introduction desquels il résulte pour la pâte des inconvénients ou des qualités. Dans certaines pâtes les silicates d'alumine peuvent être remplacés, en tout ou en partie, par des silicates de magnésie, mais ce cas se présente assez rarement. En général donc, les pâtes céramiques sont formées de combinaisons de silice et d'alumine auxquelles sont mêlés des principes accessoires, utiles ou nuisibles.

Les pâtes cuites, en effet, donnent à l'analyse des quantités variables en moyenne entre 45 et 75 pour l'acide silicique, et variables aussi pour l'alumine entre 35 et 25.

Quelques poteries, comme les poteries égyptiennes, contiennent 92 pour 100 d'acide silicique, mais il ne me paraît pas prouvé que ces objets soient de véritables poteries dans toute l'acception du mot ; je suis plus porté, d'après l'examen attentif des figurines trouvées dans les tombeaux antiques, à croire que ce sont des roches sili-

ceuses taillées dans la masse, sinon pour toutes, au moins pour un grand nombre, et recouvertes ensuite d'une glaçure silico-alcaline colorée par le cuivre en bleu turquoise.

La quantité minima d'acide silicique est de 0,44 correspondant à la poterie commune de Madagascar, à peine cuite et contenant encore 15 pour 100 d'eau de combinaison.

Influence de l'alumine. — Les poteries qui renferment le plus d'alumine sont celles qui cuisent à la plus haute température lorsqu'elles ne renferment que peu d'éléments étrangers. Le maximum de 0,35 correspond aux pâtes des porcelaines artistiques, dont les qualités sont d'être aussi réfractaires que possible. Nous savons que la magnésie remplace quelquefois l'alumine; mais, à notre connaissance, ces fabrications sont exceptionnelles, et l'analyse n'a pas encore permis de déterminer dans quel rapport exact on a fait cette substitution.

Le minimum de l'alumine correspond aux pâtes de porcelaine tendre française; il est assez intéressant, en effet, de voir, et nous le faisons remarquer, que le maximum et le minimum correspondent pour la contenance en alumine aux pâtes qui présentent à l'état de biscuit, c'est-à-dire sans glaçure, le même aspect et la même apparence. La pâte de porcelaine dure de Sèvres renferme 0,35 d'alumine, les pâtes de vieux contiennent seulement 0,035 de cette même terre, c'est-à-dire dix fois moins. Cette différence de composition doit entraîner, comme je le ferai remarquer plus loin, des différences dans les méthodes de façonnage.

Les silicates doubles qui se trouvent souvent en mélange intime avec le silicate d'alumine introduisent dans les pâtes céramiques des principes différents, tels que la chaux, la potasse, la soude, l'oxyde de fer et l'oxyde de manganèse. Ces éléments varient dans certaines limites; ils exercent une influence notable sur la température à laquelle les poteries peuvent être soumises sans perdre leurs formes, et sur les qualités que ces poteries peuvent présenter après une cuisson faite dans des conditions convenables de température et d'atmosphère.

Influence de l'oxyde de fer. — Les analyses nombreuses que nous possédons démontrent que les proportions de l'oxyde de fer varient dans les pâtes céramiques de 0, c'est-à-dire de quelques traces, à 0,19. Il est évident que toutes les pâtes qui ne contiennent ni

fer, ni oxyde de manganèse, ni tel autre oxyde colorant, pourront donner, après la cuisson, des pâtes non colorées; l'oxyde de fer ne peut donc exister dans les pâtes de porcelaine dure ou tendre, qui tirent leur principal caractère de leur blancheur complète, qu'en très-petite quantité. Cette condition n'est plus impérative dans la fabrication des grès blancs fins ou communs, ou des terres de pipe; mais l'oxyde de fer dans ces poteries ne doit pas encore dépasser une limite assez basse sous peine de colorer la pâte. Les grès communs ferrugineux, quand ils ne contiennent que 0,05 à 0,08 d'oxyde de fer, sont assez fortement colorés, et c'est à l'oxyde de fer qu'ils doivent la propriété de cuire en grès, c'est-à-dire de présenter une texture serrée, si la pâte est compacte avec une cassure brillante. Une plus grande quantité d'oxyde de fer conduit à des compositions qui ne peuvent supporter sans se déformer des températures élevées, à moins de ne les cuire que dans des conditions d'atmosphère parfaitement étudiées, en arrêtant au point convenable la chaleur nécessaire à la cuisson.

Les grès bruns et rouges du Japon renferment jusqu'à 0,14 et 0,15 d'oxyde de fer. Les poteries de terre à pâte tendre peuvent renfermer une proportion encore plus élevée de cet oxyde; mais elles exigent pour leur cuisson une température plus modérée: j'ai trouvé 0,19 de cet oxyde dans la pâte d'une petite cylix campanienne.

Nous ferons remarquer ici que la coloration que présente une poterie cuite même *en biscuit* n'est pas toujours en rapport avec la quantité d'oxyde de fer qu'elle donne à l'analyse. Cette coloration, liée tout d'abord à la nature comme à la quantité des matières introduites dans la pâte, telles que le charbon dans les poteries à pâte noire, dépend considérablement de l'état d'oxydation et de combinaison sous lequel le fer est contenu dans la pâte, c'est-à-dire de la composition centésimale de la pâte et de celle de l'atmosphère dans laquelle elle a cuit ou s'est refroidie. Nous citerons à l'appui de ce fait :

1°. Que la même pâte de porcelaine cuit tantôt blanche et translucide, tantôt opaque et jaune : blanche, si l'oxyde de fer est maintenu, surtout pendant la période à laquelle la glaçure commence à fondre, à l'état de silicate de protoxyde, ce qui a toujours lieu dans une atmosphère réductive; jaune, au contraire, lorsque l'oxyde de

fer peut se séparer à l'état de peroxyde de fer, ce qui se présente au sein d'une atmosphère oxydante : la coloration jaune se fait moins sentir, à quantité égale d'oxyde de fer, dans les pâtes très-chargées de silice;

2°. Que certaines pâtes de terre de pipe, en général peu colorées, cuisent avec une teinte jaunâtre lorsque l'atmosphère dans laquelle elles cuisent n'est pas enfumée;

3°. Que les mêmes pâtes de porcelaine, souvent très-colorées en rouge au dégourdi, ne le sont plus lorsqu'elles ont été transformées, dans le grand feu des fours à porcelaine, en porcelaine transparente, l'oxyde de fer passant alors à l'état de silicate de protoxyde de fer;

4°. Que le biscuit des faïences communes, quoique très-chargées d'oxyde de fer, est tantôt d'un jaune presque clair, tantôt d'un rouge pâle, tantôt d'un rouge brun, tantôt d'un jaune légèrement verdâtre : ces teintes si diverses sont souvent offertes par la même fournée; elles s'expliquent aisément : lorsqu'il y a peu de feu, la terre est colorée légèrement en jaune clair; une atmosphère réductrice, aidée d'une chaleur suffisamment développée, maintient le fer à l'état de silicate de protoxyde de fer peu coloré; une atmosphère oxydante forme du sesquioxyde de fer rouge ou brun suivant la température à laquelle on opère; une chaleur trop intense, approchant de la température à laquelle la terre se transformerait en verre, ne contiendrait plus que du silicate de protoxyde de fer, la silice dégageant elle-même une partie de l'oxygène contenu dans le peroxyde de fer : il importe au fabricant de faïence de produire un biscuit peu coloré, car on cherche à masquer, sous une couche d'émail opaque, le ton rougeâtre de la pâte; plus la coloration de la pâte est foncée, plus il faut d'opacité dans l'émail : cette opacité coûte cher; on évite la coloration en cuisant dans une atmosphère réductrice;

5°. Que la même terre à brique renfermant la même quantité d'oxyde de fer donne, suivant la place qu'elle occupe dans le four, tantôt des briques incolores, tantôt des briques roses ou rouges, tantôt, enfin, des briques complétement brunes.

Les poteries *cuites avec glaçure* offrent des colorations plus ou moins intenses que la même poterie simple, suivant la nature de la glaçure, et suivant la quantité de fer que le corps de pâte contient:

Les cailloutages anglais dont le biscuit n'est pas entièrement blanc acquièrent une grande blancheur par le fait de l'application de la glaçure dans la composition de laquelle il entre du borax dont la saturation n'est pas complète : l'oxyde de fer qui colore l'épiderme de la pâte en contact avec la glaçure est dissous par le borax, et la pâte est blanchie ; si l'on considère, en effet, la cassure fraîche d'une pièce de faïence fine anglaise, elle présente une coloration jaunâtre dissimulée sous la glaçure.

Influence de l'oxyde de manganèse. — L'oxyde de manganèse ne se présente qu'accidentellement dans les pâtes céramiques. Il accompagne d'ailleurs, presque toujours, l'oxyde de fer dans les terres qui contiennent cet oxyde. Nous verrons plus loin que dans les glaçures l'oxyde de manganèse paraît avoir une influence importante, car il semble communiquer aux poteries sur lesquelles on applique des verres manganésifères la propriété précieuse d'aller au feu, c'est-à-dire de supporter sans se briser des changements brusques de température.

Influence de la chaux. — D'après les notions relatives à la fusibilité des silicates calcaires simples ou composés que nous avons exposées dans une des précédentes Leçons, la chaux introduite dans les pâtes doit ajouter à leur fusibilité. Nous avons déjà dit que la chaux dans les argiles diminuait leur valeur comme produits réfractaires ; sa présence dans les pâtes céramiques facilite donc leur déformation par affaissement ou ramollissement aussitôt qu'on les cuit à des températures élevées.

Les poteries composées exclusivement avec des argiles plastiques, avec ou sans addition de sable, ne contiennent que fort peu de chaux ; elles subissent sans se déformer une température souvent fort élevée. Les grès cérames fins et grossiers sont dans ce cas, et ce n'est sans doute qu'à la présence des faibles parties d'oxyde de fer, de chaux et d'alcalis, que contiennent ordinairement toutes les argiles plastiques, qu'est due l'apparence vitreuse présentée par la cassure fraîche de ces sortes de poteries.

Les poteries à pâte tendre, même d'une fabrication soignée, comme les poteries romaines, italo-grecques, etc., renferment une proportion de chaux plus forte que la pâte des grès cérames, et qui peut même s'élever, comme nous le verrons plus loin, jusqu'à 0,10. Aussi ces poteries, tant à cause de la chaux que du fer

qu'elles contiennent, ne peuvent-elles subir une température très-élevée.

La chaux introduite à l'état de marne reste sous forme de calcaire lorsque la température n'a pas dépassé celle à laquelle le carbonate de chaux abandonne son acide carbonique. Si la température est plus élevée, la chaux existe dans la pâte à l'état de silicate de chaux, qui ne fait pas effervescence; c'est sous cette forme que le carbonate de chaux persiste dans les pâtes des porcelaines dures et des porcelaines tendres françaises. Dans ces sortes de poteries il forme une partie notable des silicates fusibles qui communiquent à la pâte avec les silicates alcalins leur transparence caractéristique. La chaux contenue dans la pâte de porcelaine dure ne dépasse pas 0,06; elle peut s'élever à 0,16 dans les pâtes tendres artificielles : la chaux est un élément indispensable dans ces dernières; elle peut être remplacée par des alcalis dans les pâtes de porcelaine dure.

A côté de ce rôle chimique que joue la chaux dans les pâtes céramiques, nous en trouvons un second très-important et purement physique, mis en lumière par l'étude des faïences communes : les bonnes qualités de la faïence dépendent de la manière dont elles prennent et conservent la glaçure dont on les recouvre. L'expérience a démontré la nécessité de la présence de la chaux dans les pâtes que le fabricant veut enduire de glaçure opacifiée par l'oxyde d'étain. Nous verrons aussi plus loin que la quantité de chaux contenue dans la pâte des carreaux pour poêles influe sur leur résistance à la fracture, au tressaillage, etc. La chaux contenue dans les pâtes de faïences s'élève jusqu'à 0,22. De bons dosages appliqués aux faïences pour poêles prescrivent jusqu'à 0,14 et 0,15 de cet oxyde.

Baryte. — Quelques poteries de grès, principalement les grès de fabrication anglaise, admettent dans leur composition du sulfate de baryte. L'acide silicique a dû chasser l'acide sulfurique; on ne retrouverait cet acide que dans les poteries de cette nature cuites à basse température. Il convient en outre, dans ce cas, de cuire la poterie dans une atmosphère incapable de réduire le sulfate de baryte même à l'état de sulfure.

Magnésie. — J'ai dit que la magnésie était susceptible de remplacer dans les poteries une portion de l'alumine. Il existe d'ail-

leurs dans presque toutes les pâtes céramiques quelques millièmes de magnésie provenant des matières argileuses ou sableuses qui entrent dans leur fabrication. Nous avons vú déjà que les argiles étaient rarement privées complétement de chaux, de magnésie et de potasse.

Potasse et soude. — Au même titre que la magnésie, les alcalis font presque toujours partie des éléments constitutifs des pâtes céramiques. La plupart des argiles plastiques en renferment plusieurs millièmes, qui ne sont pas sans exercer une influence sur les qualités de la pâte. Cuites à la chaleur des fours de porcelaine, les pâtes prennent une cassure brillante, une texture serrée que l'oxyde de fer seul ne donnerait pas toujours. Pour les températures peu élevées, l'influence de ces éléments est nulle; car ils ne peuvent agir que comme fondants, et provenant de poussières feldspathiques ou micacées, ils ne fondent pas tant qu'on n'atteint pas le point, très-élevé d'ailleurs, de leur fusibilité.

Si les alcalis qu'on introduit avec les argiles dans les pâtes des terres cuites, des briques et des faïences sont en proportion minime et sans importance, la présence de ces mêmes éléments dans les pâtes de porcelaine produit, au contraire, un résultat tout spécial; les alcalis doivent communiquer à la pâte sa transparence caractéristique, aidée souvent par l'addition de la chaux. Les pâtes de porcelaine dure de Limoges, de Saxe, de Berlin, de Chine, ne contiennent, en effet, que la chaux introduite accidentellement par les matériaux mis en œuvre; les alcalis, potasse et soude, s'élèvent quelquefois, comme dans la porcelaine de Sèvres, jusqu'à 0,06 et 0,07 suivant le degré de chaleur que peut atteindre le four dans lequel on cuit la poterie.

Les anciennes pâtes tendres de Sèvres contenaient, suivant leur fusibilité, de 0,065 à 0,074 d'alcalis.

Acide carbonique. — Si la chaleur de cuisson n'a pas été suffisamment élevée pour décomposer tout le carbonate de chaux, une partie se retrouve à l'état de calcaire; une autre partie existe à l'état de silicate de chaux. Lorsqu'on traite par l'eau pure la pâte de ces poteries, on enlève encore de la chaux qui se trouve hors de combinaison et qui existe évidemment à l'état de chaux caustique; sous l'influence de l'air, cette chaux reprend son acide carbonique pour se transformer en carbonate avec augmentation

de volume. Cette circonstance doit ajouter à la détérioration du produit; il faut donc, par une cuisson convenable, engager la chaux décomposée dans une combinaison avec l'acide silicique. Ces inconvénients, joints à ceux qui résultent déjà de la porosité, doivent se présenter dans les briques marneuses dont la cuisson n'aurait pas été suffisamment développée.

Acide sulfurique. — Nous avons dit que cet acide ne pouvait se rencontrer que dans les pâtes cuites à basse température, et dans une atmosphère oxydante; il peut provenir ou du sulfate de chaux ou du sulfate de baryte. Nous avons prouvé par expérience qu'il n'en reste pas dans les pâtes de porcelaine dure qui comportent quelquefois dans leur composition même de fortes proportions de gypse.

Acide phosphorique. — Mais l'acide phosphorique se retrouve en quantité très-importante dans les pâtes de porcelaine tendre, façon anglaise, dans lesquelles on introduit, ainsi que nous l'avons déjà dit, de fortes proportions de phosphate de chaux des os. Nous ne connaissons jusqu'à ce jour aucune analyse de pâte cuite qui fixe d'une manière certaine la proportion maxima que renferment les pâtes anglaises. Il n'y a guère que 0,02 à 0,03 de cet acide dans les pâtes à boutons phosphatiques, dans la composition desquelles on a fait entrer du phosphate de chaux.

PATES CRUES.

Les considérations que nous venons de présenter, relativement à la composition des pâtes céramiques *cuites,* nous empêchent de distinguer, parmi les éléments qui les composent, des principes essentiels et des principes accessoires. En ne considérant comme essentiels que la silice et l'alumine, on se formerait une idée fausse de la fabrication des porcelaines dures et tendres qui doivent à d'autres éléments, alcalis et chaux, leur caractère principal; on ne pourrait saisir la fabrication des faïences communes, qui ne possèdent les qualités qu'on en réclame, qu'autant que leurs pâtes sont calcaires.

Quant aux pâtes *crues,* elles contiennent, en plus des éléments que nous venons d'indiquer, un principe à peu près *essentiel,* qui joue dans la fabrication un rôle important, tant au point de vue de l'économie du façonnage qu'à celui de la réussite des pièces : je veux parler de l'eau.

Eau. — L'eau que la cuisson chasse de sa combinaison avec le silicate d'alumine n'existe plus dans la pâte cuite, si toutefois la cuisson a dépassé 150 degrés. Quelques poteries en retiennent encore comme 0,10 environ ; mais ces poteries sont à peine cuites, et rien ne prouve qu'elles n'aient été simplement soumises à l'influence solaire.

L'eau développe la plasticité dans les argiles; il est essentiel, par conséquent, d'imbiber la pâte, comme nous le verrons; et comme cette eau ne se dégage pas sans effort, il est convenable encore de prendre, au moment de la dessiccation et de la cuisson, certaines précautions sur lesquelles nous reviendrons plus tard. Mais hâtons-nous de le dire : la plasticité qui rend économique la fabrication de la grande généralité des poteries n'est indispensable que lorsqu'on fait usage de certains procédés; dans d'autres conditions, elle n'est pas absolument nécessaire, comme par exemple lorsqu'on opère au moyen du coulage ou par moulage mécanique effectué sur pâte pulvérulente. D'ailleurs, disons en passant qu'il est possible de communiquer aux pâtes céramiques une plasticité tout artificielle, comme on le fait pour les porcelaines tendres ou les pâtes à boutons, qui n'en ont aucune, au moyen d'additions de matières mucilagineuses, telles que le lait, l'huile, la colle de peau, le savon vert, etc. Dans certaines limites, l'eau combinée dans les pâtes crues n'est donc pas elle-même absolument essentielle.

Déterminons maintenant sous quelle forme on introduit dans les pâtes céramiques les éléments que nous venons d'y constater.

PRÉPARATION DES PATES.

MATÉRIAUX QUI ENTRENT DANS LA COMPOSITION DES PATES.

Parmi les matériaux qui entrent dans la composition des pâtes, et qui fournissent les éléments de ces pâtes, les uns sont pris dans la nature, et c'est le plus grand nombre, les autres proviennent d'ateliers particuliers; ils sont préparés artificiellement. Ces divers matériaux nous sont connus; il nous suffira de les nommer ici. On peut les classer sous le point de vue de leur nature ou du rôle qu'ils jouent dans la fabrication; et cette dernière méthode serait de beaucoup la plus normale s'il ne s'agissait dans ces Leçons que d'un genre ou d'une espèce de poterie. Mais à

titre général, il ne paraît pas possible de négliger l'influence de la température à laquelle la pâte est soumise, température qui modifie du tout au tout le rôle des éléments. C'est ainsi, par exemple, que la chaux qui ne fond pas devient un élément très-actif pour faciliter la fusion, quand elle est unie à des proportions convenables d'argile, et que le mélange subit en même temps une chaleur suffisamment intense.

Toutefois, en regardant comme essentielle la plasticité de la pâte, nous sommes autorisés à distinguer parmi les matériaux employés ceux qui sont plastiques et ceux qui ne le sont pas : ces deux sortes de matériaux ont, en effet, leur utilité, leur rôle dans la fabrication.

Si d'une part la plasticité de la pâte permet un façonnage rapide, une ébauche facile, une trop grande plasticité d'autre part s'oppose à la promptitude du tournage, et principalement à la dessiccation uniforme de la pièce fabriquée. Il existe donc pour le fabricant un intérêt réel à diminuer la plasticité lorsqu'elle est trop développée dans les matériaux plastiques qui composent la pâte dont il fait usage. On donne le nom de matières *dégraissantes* aux substances qui remplissent ce double but, d'enlever une trop grande plasticité, et de faciliter le départ de l'eau d'imbibition ou de combinaison, soit à la dessiccation, soit au four. M. Malaguti fait usage du mot *antiplastique* pour désigner la qualité de ces matières; nous emprunterons souvent cette expression, qui peint parfaitement le but qu'on veut atteindre.

Nous pouvons donc distinguer les matières plastiques et les matières antiplastiques ou dégraissantes.

Matières plastiques. — Ces matières, dont nous venons d'expliquer le rôle, appartiennent toutes sans exception au règne minéral ; ce sont des dépôts plus ou moins plastiques suivant leur degré de pureté. Nous les nommerons donc en indiquant leurs principaux usages et les classant par ordre de plasticité :

1°. Les argiles plastiques (terres cuites en grès);
2°. Les argiles figulines (terres cuites);
3°. Les argiles marneuses (faïences);
4°. Les marnes argileuses (faïences fines);
5°. Les collyrites (rarement employées);
6°. Les cymolites (quelques terres cuites);
7°. Les kaolins (porcelaines dures);

8°. Les marnes calcaires (faïences communes);
9°. Les talcs argileux (porcelaines d'Italie);
10°. Les marnes limoneuses (poteries communes).

Ces matériaux sont employés en très-grandes quantités.

Les argiles plastiques et figulines entrent dans la composition de presque toutes les poteries, à petite dose dans les poteries communes à pâte tendre, en plus forte proportion dans les compositions des grès cérames fins et communs.

Les kaolins forment la base des pâtes à porcelaine.

Les marnes calcaires introduisent l'élément calcaire dans les pâtes de faïence fine dans lesquelles on n'ajoute pas de craie.

Les collyrites, les cymolites sont très-rarement employées.

Les talcs sont d'un broyage pénible et peu plastiques.

Matières dégraissantes. — Les matières dégraissantes sont beaucoup plus nombreuses; nous les indiquerons en les classant par nature :

1°. Le quartz (porcelaines dures);
2°. Le sable (porcelaines dures, terres cuites, briques);
3°. Le silex (cailloutages anglais);
4°. Le feldspath (porcelaines dites parian);
5°. La pegmatite (porcelaine dure);
6°. Le ciment (généralité des terres cuites),
7°. Les escarbilles (briques de pays);
8°. La craie (porcelaines et faïences);
9°. L'amiante;
10°. Le gypse (porcelaines);
11°. Le sulfate de baryte (grès anglais);
12°. Le phosphate de chaux (porcelaines tendres anglaises);
13°. Les frittes vitreuses (porcelaines tendres françaises);
14°. La sciure de bois (alcarazzas et poteries perméables).

Le sable, lorsqu'il est suffisamment fin, doit entrer directement dans la fabrication des poteries qui ne peuvent supporter un prix élevé.

Le quartz et le silex, qui doivent subir une calcination, puis un broyage préalable, entrent dans les pâtes qui, par leur blancheur, peuvent supporter une certaine dépense.

Le feldspath et la pegmatite figurent au nombre des matériaux les plus importants des pâtes à porcelaine dure.

Le ciment ou terre cuite, qu'on appelle encore *charmot*, offre un moyen très-simple de dégraisser une argile plastique sans en modifier la composition. On fait calciner une portion de cette argile qu'on pulvérise. La perte de l'eau prive, comme nous l'avons déjà dit bien souvent, l'argile de la plasticité qu'elle possède.

Les escarbilles, qu'on nomme encore *mâchefer*, et qui proviennent des foyers dans lesquels on brûle de la houille, servent efficacement à dégraisser des pâtes trop plastiques, mais on ne peut évidemment les ajouter qu'à des pâtes très-grossières.

La craie ne possède aucune plasticité; nous savons qu'elle figure au nombre des éléments nécessaires des faïences communes à glaçure stannifère : la porcelaine en renferme quelquefois.

L'amiante ne se trouve que rarement au nombre des matériaux employés par le potier : cependant quelques poteries en renferment; elles jouissent alors d'une très-grande résistance à la rupture par le choc.

Le gypse et le sulfate de baryte sont employés quelquefois dans la composition de pâtes très-fines, comme par exemple celle des porcelaines allemandes et des grès anglais. Ces matériaux n'introduisent souvent que les oxydes fixes qu'ils contiennent, chaux et baryte.

Les frittes vitreuses n'ont pas pour seul effet de dégraisser les pâtes dans la composition desquelles elles entrent; mais elles n'agissent nécessairement pas comme fondant dans les pâtes qui ne reçoivent que des feux inférieurs à la température de fusion des frittes. Nous insisterons tout à l'heure sur ce rôle.

La sciure de bois, évidemment dégraissante, est employée dans des cas particuliers, pour obtenir des pièces de poterie qui soient très-poreuses ou qui résistent bien aux changements brusques de température, comme les plaques pour les émailleurs. La sciure, détruite au feu, laisse une infinité d'interstices dont le but est d'arrêter les fentes qui tendraient à se former. On sait que dans une glace ou dans une poterie, on s'oppose aux progrès d'une fente en perforant un trou sur son extrémité. La multitude de cavités imperceptibles dont la terre cuite dégraissée par la sciure se trouve comme criblée, produit un effet tout semblable.

Parmi les substances qui précèdent, nous ne trouvons pas de matières fusibles à basse température. Au rouge blanc, au con-

traire, plusieurs prendraient l'aspect vitreux, et quelques-unes enfin associées aux matières plastiques, conformément aux faits que nous avons exposés longuement dans l'une des précédentes Leçons, formeraient des composés extrêmement fusibles. Nous ne croyons donc pas rationnel de diviser en deux classes les matières dégraissantes, l'une comprenant les matières réfractaires, l'autre les substances fondantes; nous rappelons que le ciment et la chaux parfaitement réfractaires deviennent, l'une par rapport à l'autre, d'excellents fondants. Nous nous bornerons à présenter ici relativement à la fusibilité des pâtes quelques observations générales.

Le feldspath et la pegmatite sont les matériaux alcalins qui fournissent à la pâte de porcelaine dure la potasse et la soude qui manquent aux kaolins. On les a récemment introduits dans la composition des pâtes de faïence anglaise pour les durcir et les décolorer.

Le quartz, le sable, le silex, qui n'ajoutent rien à la fusibilité des pâtes tendres cuites à basse température, deviennent des fondants énergiques lorsque la pâte est alcaline.

Le ciment ne devient fusible que lorsqu'il rencontre ou des alcalis ou de la chaux dans les limites que nous avons données plus haut; cette observation comporte nécessairement l'action fondante de la craie dans les pâtes céramiques.

Le gypse et le sulfate de baryte, perdant leur acide sulfurique si la température est suffisamment élevée, n'agissent pas autrement qu'agiraient la chaux ou la baryte caustique.

Le phosphate de chaux devient un fondant énergique lorsque l'on atteint la température à laquelle il se fond; ce sel est la base des porcelaines tendres anglaises.

Les frittes vitreuses jouent dans les porcelaines françaises et dans quelques pâtes anglaises de grès ou de porcelaines, peut-être même de faïences, un rôle analogue. Les frittes doivent être convenablement lavées et présenter une composition telle, qu'elles ne subissent de la part de l'eau, dans laquelle on les broie et sous laquelle on les conserve, qu'une altération peu profonde. Nous avons déjà dit de quelle nature était cette décomposition.

Nous terminerons ce que nous avons à dire des matières dégraissantes, en faisant remarquer qu'elles ont encore dans la con-

fection des poteries une fonction très-importante, celle de diminuer la retraite que les pâtes céramiques prennent toutes à la cuisson. Une retraite considérable entraîne des déformations, du gauche, quelquefois des fentes qui augmentent le nombre des rebuts, c'est-à-dire diminuent le bénéfice du fabricant.

PRÉPARATION MÉCANIQUE DES MATIÈRES PREMIÈRES.

Les matériaux que nous venons de passer en revue ne sont généralement pas dans un état entièrement convenable pour être immédiatement employés par le potier. Quelques-uns sont impurs et demandent à être lavés pour rejeter les impuretés que le lavage peut en séparer ; les autres sont sous une forme trop grossière qui demande un broyage plus ou moins soigné, suivant la fabrication à laquelle on veut s'adonner.

Les opérations du lavage et du broyage s'adaptent à la généralité des pâtes céramiques ; quelques-unes des plus communes, ordinairement grossières, emploient des matériaux à l'état naturel ; mais comme ces matériaux sont secs, volumineux, il faut encore dans ce cas recourir à l'opération du délayage à laquelle aucune fabrication réelle ne peut échapper.

Lavage. — Lorsque les matériaux plastiques ou dégraissants sont hétérogènes et que cette hétérogénéité résulte de la réunion de matières terreuses et pierreuses de grosseur et de densités différentes, lorsque ces matières ne se trouvent ni d'une ténuité convenable, ni dans les proportions voulues pour entrer tout de suite dans la composition des pâtes qu'on veut faire, lorsque enfin il s'agit de fabriquer des pâtes déterminées rigoureusement, il faut séparer ces divers matériaux, soit pour reconnaître les proportions, et les doser convenablement, soit pour broyer ceux qu'on ne peut réduire en poudre que par ce moyen.

Le lavage comporte deux opérations distinctes. Pour laver une matière céramique il faut d'abord délayer cette matière dans une quantité d'eau suffisante. Le *délayage* est suivi du *décantage ;* décanter, c'est enlever l'eau chargée des particules les plus légères pour les rejeter ou, suivant le cas, les abandonner au repos prolongé nécessaire pour que la matière en suspension se dépose. Dans le lavage des sables argileux qu'on traite comme sables, par exemple dans la fabrication du verre, on rejette la partie argiloïde ;

dans le lavage des kaolins au contraire, qu'on traite pour en extraire la terre à porcelaine, les eaux blanches sont conservées dans des cuves de dépôt.

Delayage. — Le délayage dans l'eau ne s'opère facilement, ni sur des matières agrégées par humidité, ni sur des substances pulvérulentes, dont la surface est comme enveloppée d'une couche d'air; il faut commencer par sécher les matières, puis on les humecte avec une petite quantité d'eau qu'on introduit par brassage au moyen de spatules ou de râbles. Le mieux est de répandre dans l'eau de délayage la matière à délayer réduite en poudre grossière, comme on le fait lorsqu'il s'agit de gâcher du plâtre; si l'on opère en faisant l'inverse, si la matière est très-plastique, il se fait des espèces de mattons qu'il est presque impossible de diviser.

Les matières meubles, comme les sables, les kaolins, ne demandent pas d'autres précautions; les marnes argileuses, les argiles figulines, et surtout les argiles plastiques d'un lavage difficile, demandent d'autres soins : on commence par les *écraser* pour les réduire en poudres grossières.

Écrasage. — La *fig.* 67 représente le plan d'une aire légèrement concave A sur laquelle on exécute l'écrasage des matières argileuses. Une série de rouleaux B, B, B tournant autour de leur axe CC peuvent être animés d'un mouvement de va-et-vient au moyen de manches en forme de fourche : un homme fait rouler sur les matières à écraser chaque cylindre qui agit par son poids et par roulement. La *fig.* 68 représente en coupe l'aire chargée d'argile à peu près réduite en poudre. Ce système de rouleaux, qui n'est pas dispendieux, permet d'écraser à la fois d'assez grandes quantités de matières. Il remplace avantageusement l'écrasage à la batte.

Fig. 67.

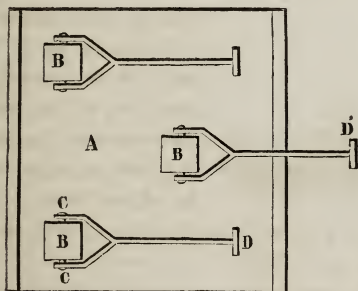
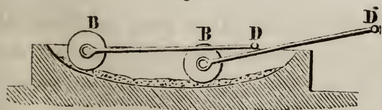


Fig. 68.

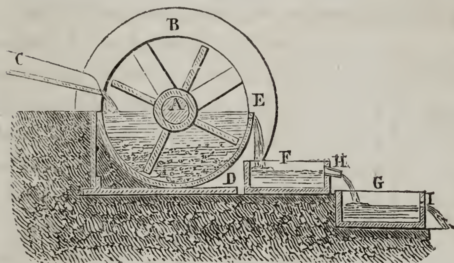


Il est évident qu'on peut faire agir les rouleaux d'une manière continue au moyen d'un manége, en les faisant rouler sur une aire circulaire.

Le délayage proprement dit s'effectue pour les matières meubles, simplement à bras d'homme, dans de simples tonneaux, à l'aide d'un râble ou d'une spatule qu'on attache au plafond de l'atelier. Lorsqu'il s'agit de lavage de sables, on peut opérer comme pour le lavage des minerais de fer qui se font avec les *patouillets*, et, suivant le cas, on rejette ou recueille les eaux de décantation.

Patouillets. — Le lavage des sables est un véritable *débourbage*, on l'abandonne à l'air pendant plusieurs mois, on le remue à la pelle dans un cours d'eau, ou bien l'agitation de la matière à laver s'opère à l'aide de petites palettes solidement fixées à l'axe A recevant son mouvement d'une roue hydraulique B. L'eau de lavage arrive par un canal C dans une caisse de bois demi-cylindrique D qui contient le sable; l'eau chargée d'argile s'échappe en E par un déversoir de superficie et tombe, s'il est utile de la conserver, dans des cuves de dépôt échelonnées F et G communiquant entre elles par des canaux I et H. La *fig.* 69 donne une idée de cette disposition; s'il est utile de conserver le sable, la partie antérieure de la caisse demi-cylindrique porte une ouverture par laquelle on le retire au moyen de pelles ou de rateaux suivant son volume.

Fig. 69.

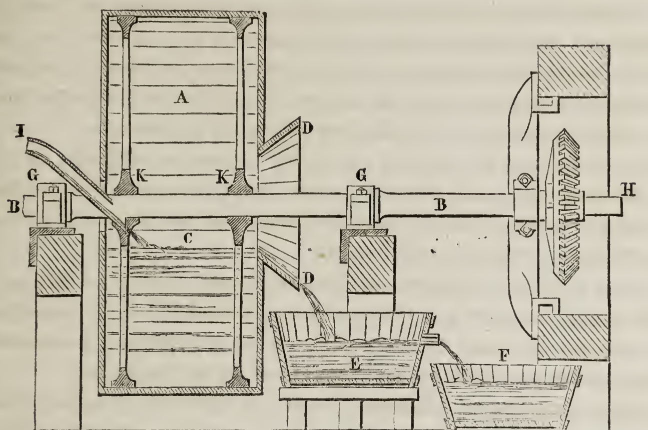


Le délayage est rendu beaucoup plus expéditif lorsqu'il est possible de le faire avec de l'eau chaude; on se sert à Berlin, pour délayer les argiles, de l'eau qui provient des réfrigérants de la machine à vapeur.

Caisse rotative. — On obtient une agitation plus complète et moins coûteuse de main-d'œuvre, surtout lorsque la matière est très-plastique, en se servant de la disposition (*fig.* 70) qui représente une cuve cylindrique A, entraînée dans un mouvement de rotation au moyen des armatures de fer K autour d'un arbre ho-

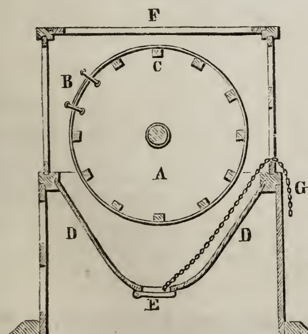
rizontal B maintenu par des tourillons G, G. L'axe de la cuve est percé d'un trou, qui permet l'introduction dans l'intérieur de deux

Fig. 70.



jets dont la direction forme un angle quelconque : l'une des directions I est suivie par l'argile déjà grossièrement délayée; l'autre est celle que suit l'eau arrivant avec beaucoup de force sur le jet de boue qui tombe dans la cuve. L'argile délayée de plus par le mouvement de rotation de la roue s'échappe au moyen de l'ajutage conique D qui fait trop-plein, et vient se déverser dans des cuves de dépôt E et F échelonnées et convenablement disposées à proximité de la cuve cylindrique (faïence fine).

Fig. 71.



Cylindre tournant. — Lorsqu'on est forcé d'économiser l'eau, il devient important de lui faire rendre son maximum d'effet, et de ne la faire écouler que lorsque toute l'argile est en suspension. La disposition représentée *fig.* 71 permet une agitation continue pendant un temps aussi long qu'on le veut avec une même quantité d'eau. La caisse cylindrique A, parfaitement étanche, reçoit la matière à laver et la quan-

tité d'eau nécessaire pour opérer le délayage. Une porte B permet d'emplir et de vider cette caisse mobile autour de son axe horizontal. On peut en faisant tourner convenablement la roue décanter à volonté suivant le cas, en conservant l'eau bourbeuse ou le dépôt sableux. Une trémie D, munie d'une porte F qui s'ouvre lorsqu'on lâche une chaîne maintenue en G, laisse échapper, dans des caisses mobiles sur de petits chemins de fer, le sable qu'on accumule dans la trémie D par suite de plusieurs délayages consécutifs.

Les armatures C, en bois ou en fer, si l'on ne prépare que des pâtes dans lesquelles l'oxyde de fer n'apporte aucune coloration nuisible, consolident la caisse de laquelle on ne fait écouler l'eau que lorsque le délayage est complet.

Il est facile de voir que ces moyens divers d'opérer le délayage sont variables avec la nature de la matière à délayer, comme avec les usages du pays, la force dont on peut disposer, la quantité d'eau qu'on peut perdre et l'importance de la fabrication.

Tines à délayer. — Lorsqu'il s'agit de laver des argiles plastiques, très-fortes, on les place dans une cuve cylindrique, ou légèrement conique; quelquefois (*fig.* 73) la partie A cylindrique est surmontée d'une partie conique B ayant le même axe. Une porte C qui s'ouvre à charnières permet de voir si l'appareil

Fig. 72.

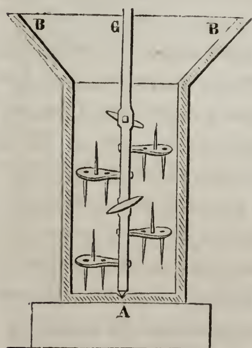
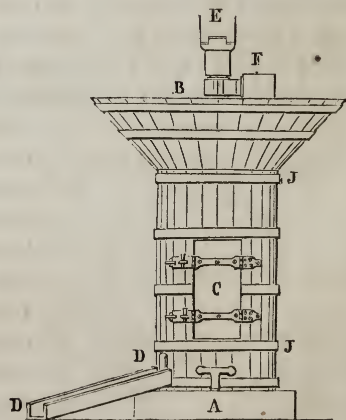


Fig. 73.

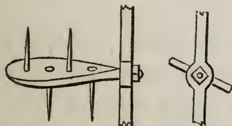


est en état et d'y apporter les réparations dont il a besoin; une

vanne D qui prend l'eau dans la partie inférieure, mais à quelques décimètres du fond, facilite l'enlèvement de la boue argileuse séparée du sédiment grossier qu'on veut rejeter, et la conduit au loin au moyen d'un canal; des cercles en fer J, J consolident la caisse qui peut être en bois ou garnie intérieurement de tôle ou de zinc, si la tine doit être employée pour le lavage de matières dans lesquelles la présence des oxydes de ces métaux n'apporte aucun inconvénient. Au centre de la cuve se meut un arbre vertical muni de volants et mû par une machine à vapeur, un cours d'eau, un cheval. Cet axe, que laisse voir la coupe représentée *fig.* 72, tourne dans une crapaudine placée dans le fond de la cuve au point A, et dans son support F. Le mouvement lui est transmis au moyen d'un embrayage à dents E qui monte ou qui descend, suivant qu'on veut faire arrêter ou marcher l'appareil.

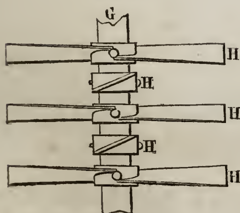
Les palettes en bois ou en fer sont assujetties sur l'axe au moyen d'écrous; elles sont inclinées dans différents sens, les unes par rapport aux autres. L'arbre est percé de trous aux distances voulues; un renflement qui correspond à la hauteur à laquelle est placé l'œil qui reçoit la palette, maintient à l'arbre la solidité qu'il doit conserver. Les palettes peuvent être elles-mêmes armées de pointes qui les traversent de part en part et qui sont fortement rivées : on voit cette disposition nettement indiquée *fig.* 74.

Fig. 74.



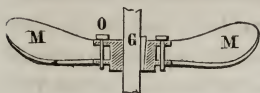
Du reste, toute autre disposition permettant au sein d'un liquide contenu dans la tine un brassage continuel peut être parfaitement adoptée. Ainsi, les palettes peuvent avoir la forme représentée en H (*fig.* 75). Une partie cylindrique percée d'un trou correspondant à l'œil réservé dans l'arbre G, dont la section est circulaire, porte comme appendice deux ailes inclinées dans le prolongement l'une de l'autre. Ces palettes sont fixées à l'axe au moyen d'un boulon qui traverse le tout et disposées de manière que l'une quelconque de ces palettes soit perpendiculaire à celles qui sont immédiatement dessus et dessous.

Fig. 75.



La disposition qui précède force à prévoir la position et le nombre des palettes dont l'arbre doit être garni. Si l'on fait sur l'arbre une rainure dans laquelle on puisse fixer une clavette (*fig.* 76), on peut disposer, suivant qu'on le jugera convenable, des palettes plus ou moins rapprochées; les ailes des palettes en fonte M sont fixées après un cylindre maintenu par la clavette à la hauteur voulue, au moyen de boulons ou de vis représentés en O.

Fig. 76.

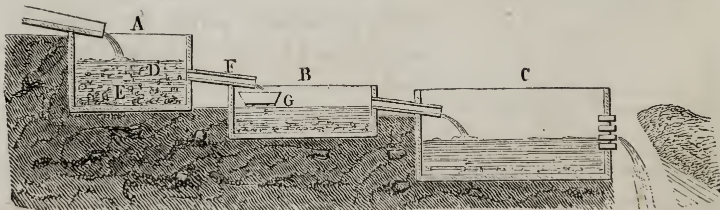


On peut délayer les matières dans les tines, ainsi disposées, au moyen d'eau chaude provenant soit de condensation, soit des réfrigérants de la machine à vapeur.

Décantage. — Le décantage, c'est-à-dire la séparation de l'eau surnageante et de la matière pierreuse précipitée, se fait généralement dans des cuves de dépôt, tantôt creusées dans le sol et garnies de planches jointives, tantôt dans des cuves, tonneaux, bassins, etc., disposés sur des tréteaux pour avoir les différences de niveau nécessaires au déversement économique de l'eau dans les cuves inférieures. Une pompe amène l'eau de délayage à la cuve la plus élevée, si la disposition naturelle des locaux ne permet pas aux eaux pluviales ou de source d'être réunies à la hauteur convenable.

Fosses échelonnées. — Dans les carrières de kaolin, lorsque le lavage se fait sur place, on profite de tous les cours d'eau qu'on peut réunir, et si la caisse A (*fig.* 77) représente la caisse de délayage, le kaolin mis en suspension dans l'eau est transvasé de la

Fig. 77.

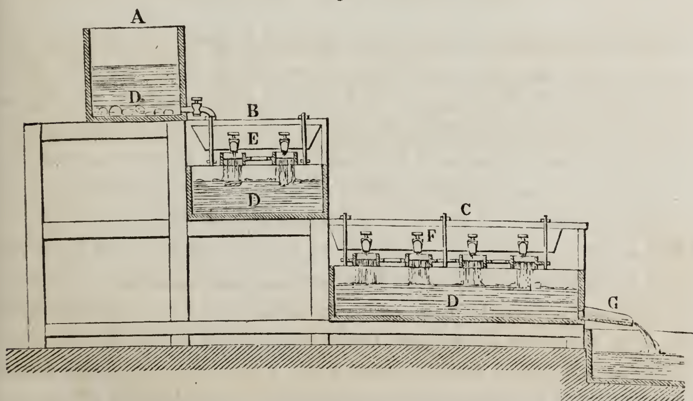


caisse A dans la cuve B au moyen d'un tuyau E qui est muni d'une vanne; les sables plus lourds que l'argile tombent au fond en E, lorsque après avoir agité on attend quelque temps avant d'écouler

les eaux troubles; de la cuve B les eaux troubles peuvent passer dans la cuve C, qui reçoit la partie la plus fine et la plus pure : un tamis G, placé sur la cuve B, arrête toutes les impuretés que la terre peut entraîner, et les parties sableuses qui n'ont pu se déposer; les parcelles micacées, par exemple, sont ainsi retenues avec facilité. Si les cuves sont doublées en bois, les parties ligneuses arrachées par les râbles aux parois des fosses sont également arrêtées. Pour que le lavage soit bien fait, il faut, s'il s'agit de laver un sable, que l'eau de délayage n'entraîne plus aucune partie légère qui la trouble, et s'il s'agit de laver une argile, que la partie ténue ne soit mêlée d'aucune partie grossière. Dans cette dernière circonstance, il vaut mieux perdre un peu d'argile, c'est-à-dire en laisser dans les résidus, que d'introduire dans la pâte des matières sableuses grossières dont on ne peut évaluer la proportion. Cette recommandation s'applique surtout au lavage des matières à porcelaines.

Cuves échelonnées. — Dans les fabriques dont les produits doivent être très-soignés, on relave les kaolins; généralement alors les cuves sont en bois; elles sont élevées sur des bâtis en chêne et disposées les unes au-dessous des autres (*fig.* 78). La manœuvre

Fig. 78.

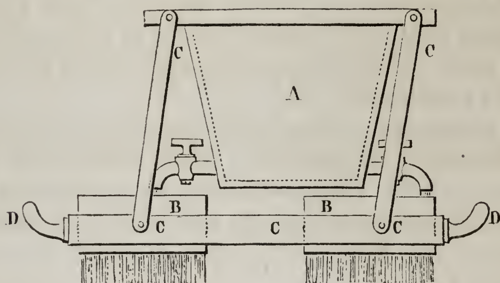


des cuves est celle des fosses; l'écoulement des eaux troubles se fait avec des robinets placés au-dessus du dépôt; A représente la cuve de délayage. Lorsqu'on a laissé l'eau se déposer quelques in-

stants après le délayage, on ouvre le robinet qui laisse écouler l'eau chargée de kaolin dans la cuve B; les dépôts restent au fond des cuves en D, D, D; des tamis à secousses, disposés en E et F, retiennent les parties de bois détachées des cuves; de la cuve B les eaux se déposent dans la cuve C, et de là dans une dernière qui peut servir de réserve.

Tamis à secousses. — Les tamis peuvent être fixés sur deux traverses; on leur imprime un mouvement de va-et-vient en les secouant légèrement pour activer le tamisage, ou bien encore ils peuvent présenter la disposition dont nous allons donner une description abrégée (*fig.* 79). A est une trémie dans laquelle se

Fig. 79.



rendent les eaux à tamiser; elle porte à la partie supérieure une traverse sur laquelle sont fixés, au moyen de deux goujons, deux montants C, C. Deux tamis, B, B, sont à demeure dans un châssis à poignées D, D, assemblés de même au moyen de goujons faisant charnière sur l'extrémité des montants C, C. Dans la position de l'appareil, si nous imprimons au châssis un mouvement de gauche à droite, jusqu'à ce que le montant de gauche de C vienne parallèle à la face gauche de la trémie A, tout le système doit éprouver une secousse qui se répétera lorsque, dans une manœuvre inverse, le montant de droite reprendra sa position de parallélisme avec la joue droite de la trémie. Cette succession de secousses force chaque molécule à traverser les mailles des tamis B, B, qui ne retiendront de la sorte que les molécules trop grossières ou les impuretés.

Labyrinthes. — Lorsqu'on veut pousser jusqu'à ses dernières limites les perfections du lavage des matières, qu'on n'est pas gêné

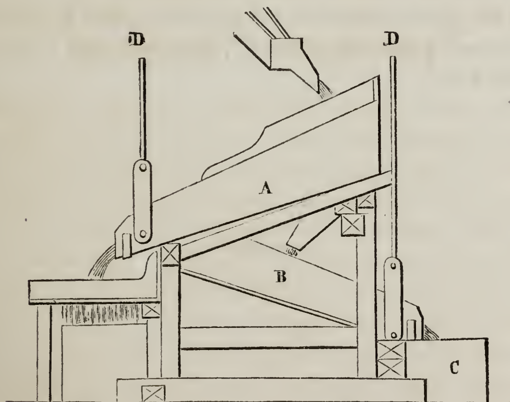
par l'espace et qu'on ne manque pas d'eau, on confond, en quelque sorte, les deux opérations du décantage et du délayage, en faisant usage de labyrinthes, comme cela se pratique à l'égard des minerais dans les opérations métallurgiques.

On peut encore faire usage des tables ou de caisses à laver; les lavages des kaolins se font dans les Cornouailles avec une simplicité que permettent de comprendre les exploitations kaoliniques de Sainte-Austell. Ici, c'est la matière argileuse rassemblée dans le labyrinthe ou dans les appareils de lavages que l'on doit recueillir, tandis qu'on rejette, contrairement à ce qui se fait dans les exploitations minières, les sables et les cailloux de différentes grosseurs qui restent sur les tables.

Cribles à secousses. — Si l'on veut opérer le lavage du sable dans des conditions économiques, on peut faire usage, ainsi que je l'ai vu pratiquer, de cribles à secousses qui permettent d'éloigner les parties les plus fines qu'il serait inutile de passer sous les meules.

Le crible à secousse se compose de deux caisses A et B (*fig.* 80),

Fig. 80.

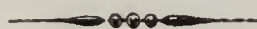


mises en mouvement par un moteur quelconque, au moyen de deux tringles DD; l'eau arrive dans la première caisse par la partie supérieure et de là dans la seconde; le fond des deux caisses est formé de toiles métalliques à mailles inégalement serrées. La toile de la caisse A est moins fine que celle de la caisse B. Le sable est

jeté à la pelle vers le haut de la caisse A, s'échappe en partie par les mailles; ce qui ne peut traverser le tamis descend au moyen des secousses et tombe sur une toile qui le crible en deux lots : un très-grossier qui reste sur la table, l'autre plus fin qui passe et se rend dans une caisse placée sous cette table; les grains qui ont traversé le premier crible arrivent dans la seconde caisse qui les sépare encore en deux lots de grosseur différente. Ces sables sont broyés ou simplement mêlés suivant la fabrication à laquelle ils sont destinés; les sables de grosseur moyenne se rendent dans la caisse C.

Parmi les matériaux ainsi séparés par le lavage, les uns sont inutiles; les cailloux siliceux, calcaires, pyriteux, ferrugineux que les argiles renferment sont ainsi rejetés; les autres sont suffisamment ténus pour entrer immédiatement dans la composition des pâtes; les kaolins, les argiles figulines ou plastiques, les marnes, le sable criblé, etc., peuvent être employés tout de suite dans la fabrication; d'autres, enfin, comme le sable quartzeux, les sables feldspathiques, doivent être réduits, par un broyage généralement soigné, à l'état de poudres souvent impalpables.

L'étude des divers moyens de broyage fera l'objet de la prochaine Leçon, qui nous permettra d'entrer plus avant dans la fabrication proprement dite.



QUATORZIÈME LEÇON.

TECHNOLOGIE CÉRAMIQUE.

Broyage des matières dégraissantes; calcination, fours coulants, fours anglais, fours à réverbère. — Cassage, prismes hexagonaux, cylindres cannelés, bocards, moulins. — Porphyrisation; cribles, blutoirs, tournants, moulins à blocs. — Dosage des matériaux. — Mélange à l'état liquide, à l'état pâteux; tines à malaxer. — Raffermissement des pâtes, par évaporation spontanée, par la chaleur, par absorption, par filtration, par compression.

PRÉPARATION DES PATES.

BROYAGE DES MATIÈRES DÉGRAISSANTES.

Les substances que nous avons nommées *dégraissantes*, empruntées, ainsi que nous l'avons dit, aux roches, aux argiles plastiques cuites, aux matières vitreuses lorsqu'on a besoin d'une certaine fusibilité, aux objets de rebut qui proviennent de la fabrication, ne se présentent jamais sous la forme de poussières suffisamment ténues pour pouvoir entrer immédiatement dans la composition des pâtes céramiques : elles doivent être broyées.

Nous distinguerons dans le broyage, comme nous l'avons fait dans le lavage des matières plastiques, diverses opérations : le *cassage*, le *pilage* et le *broyage* proprement dit ou *porphyrisation*. Ces opérations sont rendues elles-mêmes plus économiques et plus promptes, lorsqu'on les fait précéder d'une *calcination* qui, sans apporter souvent d'altération dans la composition de la matière à broyer, y fait assurément naître un grand nombre de fissures qui rendent la masse facilement *fragmentable*.

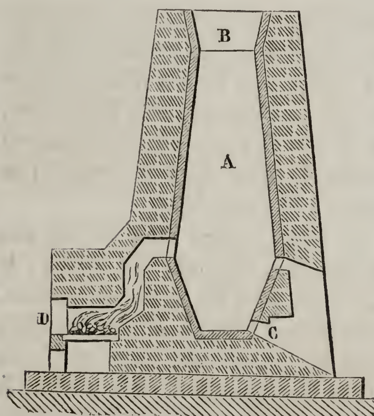
On soumet ordinairement à la calcination, avant de les broyer, le quartz, le silex, le feldspath, la pegmatite, etc. Les fabriques de pâte, éloignées des appareils à feu, se dispensent de cette cuisson; mais le broyage est plus pénible, en sorte que la sup-

pression de la calcination préalable me paraît être une économie mal entendue.

Calcination. — Dans les fabriques de poteries qui possèdent des moyens de broyage bien établis, la calcination des silex, cailloux, feldspaths, se fait dans les places perdues des fours, dans le dégourdi des fours à porcelaine, etc.; il est préférable de l'effectuer dans des appareils spéciaux dans lesquels on arrête le feu lorsqu'on le désire, sans avoir à craindre que la calcination soit défectueuse dans ses résultats, ou par manque de feu, ce qui ne détermine pas la friabilité de la masse, ou par excès contraire, qui ajoute à la cohésion loin de la diminuer.

Fours coulants. — La calcination des matières rocheuses peut s'effectuer dans des fours coulants analogues à ceux dont on fait usage pour la cuisson de la chaux; on donne la préférence à ceux dans lesquels le combustible n'est point en mélange avec les pierres à calciner. La disposition de ces appareils, qui marchent avec une grande régularité, peut servir tout aussi bien pour cuire la chaux que pour calciner le silex. A (*fig.* 81) représente le laboratoire du four, assez semblable à celui d'un haut fourneau. B est une partie évasée qui facilite le chargement du four lorsqu'on a retiré par l'ouverture C les pierres calcinées et chaudes encore, qu'il est facile alors d'*étonner* en les recevant dans des caisses pleines d'eau froide. Le combustible, houille, bois ou tourbe, brûle dans un foyer inférieur D, et les produits de la combustion pénètrent au milieu du four en s'élevant verticalement d'abord et se divisant ensuite horizontalement en trois canaux qui jettent la chaleur uniformément par trois ouvertures équidistantes comprises dans un même plan perpendiculaire à l'axe du fourneau.

Fig. 81.

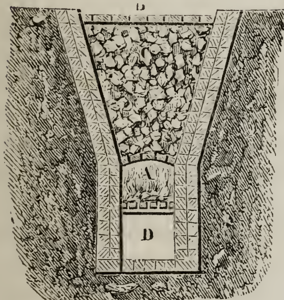


Pour *la mise en feu* de cet appareil, on commence la cuisson en

formant une sorte de voûte au-dessus de la sole; on remplit le four des pierres concassées qu'il s'agit de rendre fragmentables; on allume sous la voûte un feu de bourrées sèches; et lorsque la chaleur rouge s'est élevée jusqu'aux carneaux par lesquels la flamme produite dans le foyer D pourra pénétrer dans le four, on cesse le feu qu'on avait fait en C pour le porter en D. L'ouverture C, seule ouverte d'abord, reste fermée; on ne l'ouvre plus que pour faire écouler les pierres calcinées.

Fours anglais. — En Angleterre, dans le Staffordshire, où la fabrication des poteries fines est extrêmement développée, le four de calcination dans lequel on cuit le silex affecte différentes formes; tantôt cette calcination s'effectue dans des fours circulaires à quatre alandiers avec une aire massive, à voûte extrêmement surbaissée; d'autres fois, on la pratique dans un four enfoncé dans le sol, et cette méthode est en grande vigueur toutes les fois qu'on ne veut pas opérer d'une manière continue. Ce four (*fig.* 82) a la forme d'un cône renversé, revêtu de briques réfractaires, au fond duquel une grille et son cendrier permettent de faire du feu. Le diamètre du four à la partie inférieure A, n'est que de $0^{m},60$; il est de 2 mètres à la partie supérieure B. C'est dans la partie intermédiaire qu'on place le silex à calciner.

Fig 82.



Pour établir un pareil four, on commence par faire en terre une excavation de toute la profondeur qu'on doit donner au fourneau; on lui donne la forme d'un cône; elle a généralement $3^{m},20$ du sol jusqu'au sommet, c'est-à-dire jusqu'au niveau du sol. Vis-à-vis le point de la circonférence correspondant au cendrier, on fait une sorte de canal ayant la largeur nécessaire pour que le service de la construction et celui du four se fasse sans embarras. On commence par maçonner le foyer A, qui reçoit dans œuvre $0^{m},60$; la hauteur du sol à la grille est de $0^{m},66$. L'épaisseur des murs est celle d'une brique placée sur plat; cette brique a généralement de 22 à 23 centimètres de longueur sur 11 de largeur et 54 millimètres d'épaisseur. Le sol, au contact duquel sont ces briques

par l'extrémité qui n'est pas en contact direct avec la chaleur du foyer, s'oppose à l'écartement de la maçonnerie.

Lorsqu'on s'est élevé de $0^m,66$ au-dessus du sol, on place les barreaux de fer qui doivent former la grille ; on les espace en raison de la nature et de la grosseur du combustible, ordinairement de la houille de médiocre qualité. On continue les parois du foyer en les élevant verticalement jusqu'à la hauteur de $0^m,50$. La face antérieure du foyer, fermée par une porte en tôle, s'ouvre à volonté suivant les besoins du service.

La partie supérieure du foyer se termine par trois ou quatre *arcadons* ou cintres en briques de champ, laissant entre eux des ouvertures de 5 à 6 centimètres pour le passage des flammes ; on termine ensuite la partie en forme de cône renversé C, en l'élevant jusqu'au niveau du sol.

Il est nécessaire, avant de mettre le four en feu, de le laisser sécher ; la construction a été faite avec de l'argile réfractaire délayée dans de l'eau ; pour diminuer la retraite que produirait cette espèce de mortier, on le mélange avec la plus forte proportion de ciment qu'il peut porter, en conservant le liant nécessaire au travail.

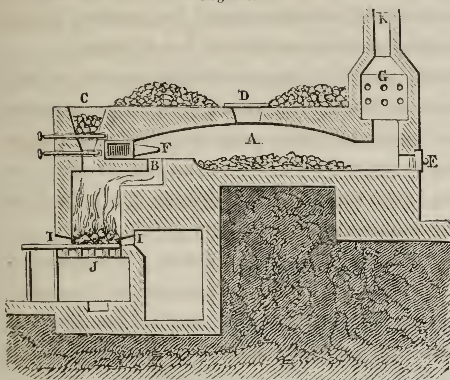
Lorsque le four est bien ressuyé par la simple circulation de l'air atmosphérique, on achève de le sécher en faisant de légers feux dans le bas du fourneau, puis augmentant successivement la chaleur jusqu'à faire rougir les briques inférieures.

Quand le four est parfaitement sec, on le charge pour calciner des morceaux de silex, qu'on place sur les arcadons, les uns à côté des autres, de manière à laisser du vide entre tous pour le libre passage de la flamme et de la chaleur ; on remplit de la sorte le four jusqu'à son sommet, puis on le couvre au moyen de tuiles, de carreaux de terre cuite, et quelquefois de briques crues dont alors la cuisson ne coûte rien ; on dispose symétriquement tous ces matériaux, quels qu'ils soient, pour former des carneaux nécessaires à la régularité du tirage, en même temps qu'ils agissent en réverbérant la flamme. Ces tuiles ou briques remplacent avantageusement, à cause de la facilité qu'elles procurent pour enfourner et pour défourner, les voûtes à demeure auxquelles les fabricants ont généralement renoncé.

Four à réverbère. — La disposition dont nous donnons ici la

description (*fig.* 83) permet d'effectuer la calcination des matières rocheuses d'un broyage difficile, au moyen de fours à réverbère, chauffés avec des combustibles de peu de valeur, comme les houilles schisteuses, très-chargées de matières terreuses, les anthracites, etc.; si la fabrique, dans laquelle ce four est établi, possède un moteur suffisant pour en distraire la force nécessaire à produire un courant d'air très-vif, on peut opérer sans frais la transformation de ces combustibles solides en combustibles gazeux, ainsi qu'Ebelmen l'a proposé depuis quelques années.

Fig. 83.



Le vent froid, indispensable à la production du gaz oxyde de carbone, arrive dans l'espace J, à double porte, sous une pression supérieure à la pression atmosphérique; l'air traverse toute la hauteur du combustible placé dans le fourneau cylindrique H et produit successivement de l'acide carbonique, puis de l'oxyde de carbone; ce gaz, au moyen du rampant B, arrive devant les tuyères qui projettent de l'air chauffé dans les tuyaux G, placés dans la cheminée d'appel K. Un distributeur mécanique, ou deux registres C, facilitent le chargement de la grille sans refroidissement du foyer. Deux ouvertures I sont disposées au besoin pour injecter de vapeur d'eau le combustible enflammé. Un ouvrier peut, s'il est nécessaire, se tenir dans la chambre J pour décrasser la grille.

La chaleur produite par la combustion de l'oxyde de carbone porte au rouge les matières à calciner, placées sur la sole du four à réverbère A. Elles tombent par une ouverture D, déjà séchées par la chaleur perdue qui échauffe la plate-forme du four, lorsque par la porte E on a déchargé le four au moyen de râbles en fer. Les matières, rouges encore, peuvent tomber dans des caisses remplies d'eau froide. Nous reviendrons plus loin sur les avantages qui

peuvent résulter, dans l'industrie, de la substitution des combustibles gazeux aux combustibles solides.

Cassage. — Lorsque les matières à broyer ont été calcinées, il faut, avant de les soumettre à la porphyrisation, les amener à l'état de poussières plus ou moins grossières afin de les éplucher.

En effet, la calcination a pour but encore de déterminer des colorations plus visibles dans les roches calcinées que dans les roches brutes et d'offrir de plus grandes facilités pour un *épluchage soigné*.

Une première méthode consiste en un cassage à la main, au moyen d'une forte *batte*, ou d'un *pilon*, comme celui dont les paveurs se servent pour enfoncer et battre les pavés.

Lorsqu'on opère le cassage à la batte, on élève à la hauteur de ceinture d'homme, compris la pierre de grès très-dur qui doit le recouvrir, un massif de 50 à 55 centimètres carrés. La pierre de grès est épaisse et présente une légère pente de l'arrière à l'avant qu'occupe l'ouvrier qui fait le cassage. Cette méthode s'applique tout autant à la confection du ciment qu'à la pulvérisation des matériaux qui ont besoin d'être triés avec soin, comme les silex dans la fabrication des cailloutages ang'ais, comme les feldspaths dans la fabrication des porcelaines. Les trois autres côtés de la pierre sont garnis d'un rebord en bois d'environ 30 centimètres, dont le but est d'arrêter les fragments plus ou moins gros que le coup de batte pourrait faire sauter.

Fig. 84.



La batte (*fig.* 84) est un disque oblong A en bois de charme, assez épais, de 15 centimètres de diamètre dans la partie la plus large, sur 18 d'épaisseur. A peu près vers le milieu de cette épaisseur, dans la direction du plus grand axe, on fait un trou rond, propre à recevoir une sorte de manche B, long d'environ 22 centimètres. La face de la batte qui sert à briser les matériaux est plus large que l'autre; elle est armée de clous dont la tête pointue offre une grande résistance au corps dur qu'il s'agit de briser.

Lorsque les matériaux sont très-durs, comme du ciment, par exemple, fait avec des cazettes hors d'usage après un nombre considérable de cuissons, à surfaces très-vitrifiées, à pâte très-résistante, on remplace la batte par un marteau de fer à long manche qu'on nomme *masse*.

On peut encore écraser les matériaux, rendus fragmentables,

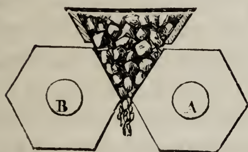
sur un sol résistant, formé de grosses et larges pierres juxtaposées d'un grès toujours très-dur. On remplace la batte par une *demoiselle,* sorte de pièce de bois longue et ferrée, dont les paveurs font usage pour enfoncer les pavés. Mais cette méthode est moins rapide et plus fatigante pour l'ouvrier que celle qui consiste à mettre à ceinture d'homme l'objet à briser.

Il est convenable dans tous les cas d'humecter les matériaux à briser avant de les soumettre à l'action de la batte, afin de fixer autant que possible leur poussière, qui, répandue dans l'air, occasionnerait des accidents fort graves par son introduction dans les organes respiratoires. On les humecte en les mouillant à l'aide d'*arrosoirs*.

Lorsqu'on a beaucoup de matière à concasser, il devient trop long, trop fatigant et trop coûteux de les diviser à la batte, à la masse, à la *demoiselle*.

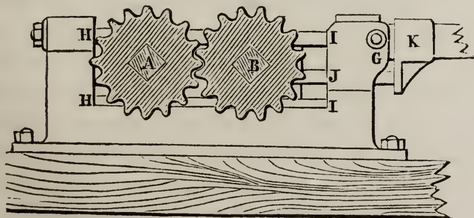
Prismes hexagones. — On peut les faire passer entre deux prismes hexagones en fonte de fer durcie tournant horizontalement sur leur axe, comme les cylindres d'un laminoir; cette méthode est en usage en Angleterre; elle réduit avec une grande célérité les terres cuites pour ciment en fragments avellannaires (*fig.* 85). Le broyage est terminé dans des moulins à noix, comme sont les moulins pour extraire les huiles de leurs graines, pour moudre le café, etc.

Fig 85.



Cylindres cannelés. — Le même travail s'opère encore avec des cylindres cannelés (*fig.* 86), lorsqu'on veut surtout avancer la trituration. Un seul des cylindres A reçoit le mouvement d'un

Fig 86.

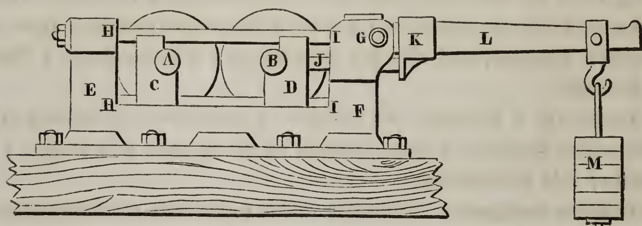


moteur quelconque par l'intermédiaire d'un engrenage qui lui

donne la vitesse convenable. Le second cylindre B se trouve entraîné par le premier.

Cylindres unis. — La séparation des parties fines des parties grossières se fait au moyen d'un criblage. Le cassage commencé par les cylindres cannelés est terminé souvent par le passage entre des cylindres unis (*fig.* 87). De même que dans les cylindres cannelés, une disposition particulière, que nous allons décrire,

Fig. 87.

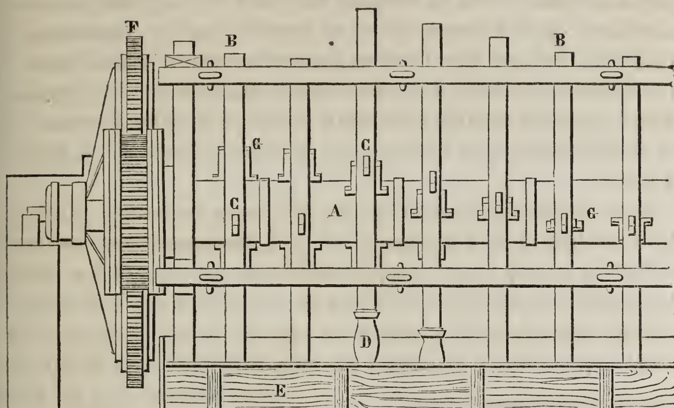


permet l'écartement des cylindres, lorsqu'un gros fragment oppose trop de résistance à l'écrasement. Le premier cylindre A porte sur deux paliers fixes C; les paliers D, qui supportent le second cylindre B, sont, au contraire, mobiles et glissent sur des coulisses IH. Le cylindre B peut de la sorte s'écarter du cylindre A. Lorsque l'obstacle n'agit plus, le cylindre B revient au contact au moyen de poids M agissant à l'extrémité du bras de levier LKJ, qui tourne autour du point G. Le tout est maintenu solidement dans un massif de fonte EF. Ce système est employé dans la fabrique d'Arboras, près de Lyon, pour le broyage du quartz; et la séparation des parties fines des parties moins broyées se fait au moyen du criblage.

Bocards. — Les machines à piler les plus généralement adoptées sont encore les *bocards* (*fig.* 88), en tout semblables à ceux dont on fait usage dans les usines métallurgiques : le bocard est composé d'une série de pilons B, B, formés de poutres de bois terminées par une sorte de socle D, dont les dimensions et la nature varient avec le degré de finesse qu'on veut obtenir, comme encore avec la nature de la pâte qu'on veut préparer; il faut éviter le fer et la fonte toutes les fois qu'on doit fabriquer des poteries qui tirent de leur blancheur leur principale qualité. Ces pilons sont

mis en mouvement par un arbre de couche A qui communique

Fig. 88.



tantôt avec une roue hydraulique, tantôt avec une machine à vapeur, tantôt enfin avec un moulin à vent; l'arbre porte sur son contour des cames G qui soulèvent les pilons à l'aide de mentonnets C. Les pilons battent dans une même auge E dont le fond est formé, suivant les conditions de la fabrication, soit par une forte plaque de tôle, soit par un pavage très-épais de grès très-dur, établi sur des fondations très-solides, et dont les parois latérales sont formées par des grilles de fer ou des plaques de tôle percées de trous, si l'introduction d'une quantité notable d'oxyde de fer ne peut apporter aucun préjudice à la fabrication.

On n'a pas besoin, dans le plus grand nombre des cas, de faire passer un cours d'eau dans les auges du bocard; mais il est bon d'humecter toujours d'une petite quantité d'eau la matière à bocarder, pour éviter le dégagement d'une poussière nuisible à la santé des ouvriers.

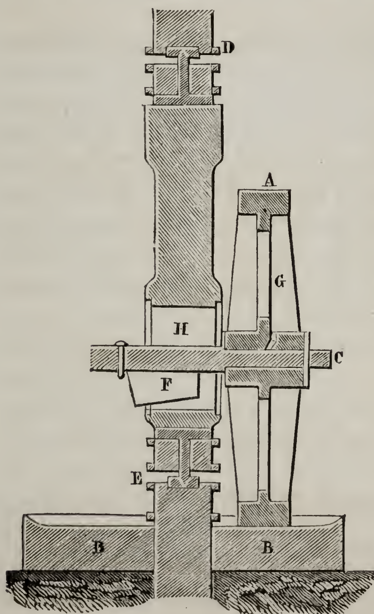
Nous pouvons dire qu'en général le bocard, dans ses applications aux arts céramiques, a des inconvénients très-graves, à cause du bruit assourdissant dont son action est accompagnée, et de l'ébranlement considérable qu'il cause au bâtiment qui le renferme.

Sous ce rapport, les moulins à meules verticales offrent des

avantages incontestables. Dans la plupart des cas, en effet, la matière à diviser est soumise à l'écrasement; ce procédé, d'un usage fréquent dans le broyage du plâtre et du ciment de construction, est des plus simples; et l'appareil qui le représente paraît être l'origine des moulins à meules verticales maintenant si perfectionnés : réduit à sa plus simple expression, il se compose d'une, et plus souvent, de deux meules verticales tournant sur la circonférence d'un plateau, sur lequel est répandue la matière à piler.

Sous le rapport du mouvement des roues verticales et du plateau sur lequel elles tournent, on peut distinguer deux systèmes différents : dans l'un, la meule inférieure est fixe, et les meules verticales, animées d'un mouvement de rotation sur elles-mêmes, ont un mouvement de translation circulaire sur le plateau dormant; dans l'autre, le plateau ou meule inférieure est mobile autour de son axe, et les roues verticales sont fixes dans leur plan vertical, mais peuvent tourner sur elles-mêmes, entraînées par frottement autour de leur axe horizontal : dans le premier système, le mouvement est transmis aux meules verticales; dans le second, il l'est aux meules horizontales.

Fig 89.

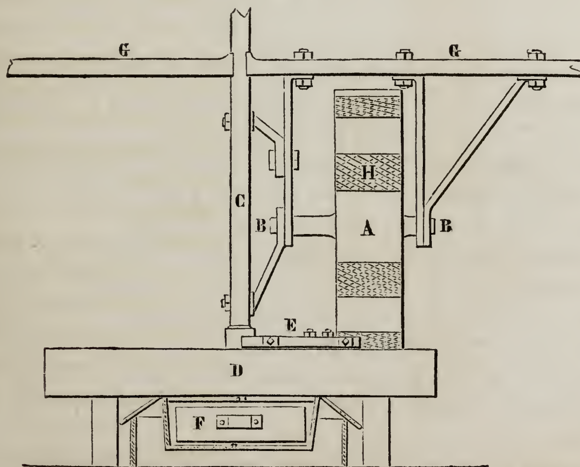


Moulin à meules verticales mobiles. — La disposition que nous allons décrire est en activité dans la belle fabrique de Mettlach, près de Luxembourg; une roue verticale A (*fig.* 89), d'un poids considérable, consolidée par des armatures G, repose sur un plateau B, qui reçoit la matière à piler; il tourne autour d'un arbre C solidement fixé dans une ouverture pratiquée dans

le centre d'un arbre vertical, à l'aide d'un coin F. L'arbre H, qui reçoit par le haut un mouvement de rotation au moyen d'une roue prise dans les frettes de fer qui maintiennent sa tête, pivote par ses deux extrémités E et D dans des crapaudines de bronze. Lorsque l'arbre H pivote sur lui-même, il entraîne dans un mouvement de translation circulaire la roue A qui pendant sa course agit comme rouleau compresseur, et vient écraser la pierre que l'ouvrier ramène avec une pelle sous son passage. La meule B peut être d'une seule ou de plusieurs pierres de grès; on n'a pas besoin d'éviter le fer ou la fonte pour les pâtes naturellement colorées, comme les grès communs et les ciments à cazettes, étuis, etc. L'arbre H est en bois fretté par de larges ferrures en haut comme en bas.

Dans un grand nombre de ces moulins, on applique des rateaux qui ramènent, tant de l'extérieur que de l'intérieur du plateau, la matière qui n'est pas suffisamment broyée. Du reste, le mode d'assemblage, de réunion des meules aux axes horizontaux et verticaux du système, peut varier à l'infini; l'axe vertical peut être en fer forgé (*fig.* 90) et recevoir le mouvement par le haut,

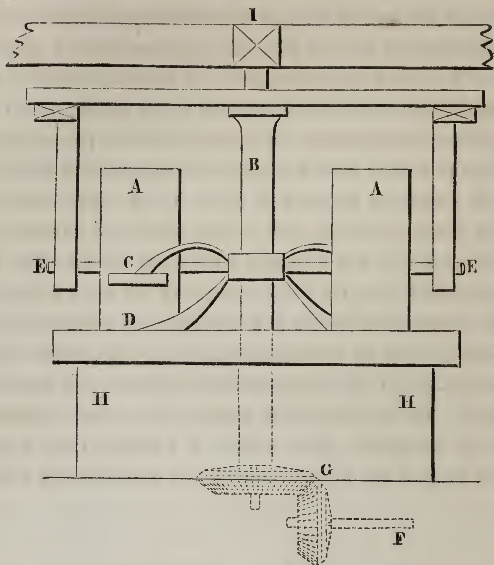
Fig. 90.



la meule verticale étant en grès; l'axe vertical peut encore recevoir son mouvement par la partie inférieure, les meules verticales étant en fonte (*fig.* 91).

Le plateau sur lequel circulent les meules verticales peut être

Fig. 91.



formé de grilles de fonte qui font tamis; il peut être formé de plaques de fonte reliées avec un espace annulaire à barreaux sur lesquels les fragments broyés sont poussés pour être criblés par des *racloirs* disposés convenablement. D'autres racloirs ramènent sous les roues les parties trop grossières pour passer à travers les barreaux. Cette disposition paraît assez avantageuse.

Dans un moulin qui fonctionne dans la fabrique de grès du Waux-Hall, près de Londres, il existe à la circonférence du plateau, en dehors du passage des roues, un crible qui laisse passer tout ce qui est suffisamment broyé. Un long rateau ramène sous l'action de la roue toutes les parties qui n'ont pu s'échapper par le crible; de la sorte le criblage et le repassage s'opèrent d'eux-mêmes.

On peut donner à la meule verticale, surtout lorsqu'elle est en grès, des surfaces unies A qui agissent comme par écrasement, raccordées régulièrement à des surfaces rugueuses qui travaillent avec une sorte de déchirement (*fig.* 90). La meule verticale tourne

sur son axe B en roulant sur un plateau D; l'arbre C, mis en mouvement au moyen d'un manége, entraîne la meule solidement maintenue sur son axe par un ensemble d'armatures en fer : un rateau de bois ou de fer E force les parties broyées qui n'ont pu s'échapper par le crible pour tomber dans la caisse F, à repasser sous la meule A.

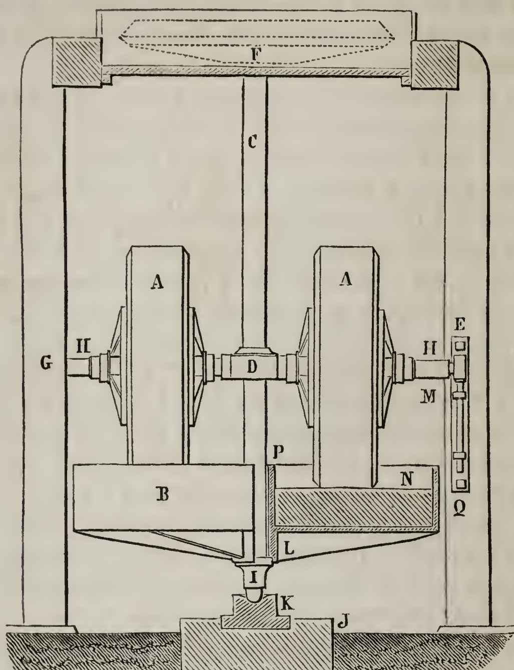
Lorsque le mouvement de rotation de l'arbre vertical est transmis par la partie inférieure (*fig.* 91), le plateau doit être percé d'une ouverture et placé sur un massif H, percé lui-même d'un trou par lequel passe l'arbre B pivotant, ou sur deux crapaudines ou dans une crapaudine I et sur un épaulement ordinairement placé dans le massif qui supporte le plateau, et qui décharge la roue d'angle F du poids de l'arbre et de celui de la roue G. Dans cet exemple, pris dans la fabrication de la poudre, les deux meules verticales en fonte, ayant un poids de 5,500 kilogrammes, reposent sur une plate-forme en fonte; les meules ont $1^m,50$ de diamètre, une épaisseur à la circonférence de $0^m,50$. Le diamètre de la plate-forme est de 2 mètres. Chaque meule est traversée par un axe en fer EE, emboîté d'un côté dans l'arbre vertical B, de l'autre côté dans un système en charpente, fixé solidement à l'arbre vertical; deux petits racloirs D, attachés à l'arbre mobile, suivent immédiatement les meules; deux grattoirs C frottent constamment sur chaque meule pour en détacher les matières adhérentes, si la matière est broyée sous forme de pâte malléable.

Moulin à meules horizontales mobiles. — Dans le second système dont nous avons parlé plus haut, le plateau tourne sous les meules qui, mobiles sur leur axe, ne changent pas de place; des moulins de cette espèce sont établis dans la fabrique de poudre de Scherness, vers l'embouchure de la Tamise; la manufacture de Sèvres en possède deux destinés au broyage du ciment et des matières qui entrent dans la composition des pâtes de porcelaine. Dans le moulin servant au broyage du ciment, les meules et le plateau tournant sont en fonte; dans le moulin dont l'usage est réservé pour les matériaux propres à faire de la porcelaine, les meules et le plateau sont en grès très-dur : il importe d'éviter le fer, qui pourrait souiller les pâtes.

Nous allons donner la description de ce dernier (*fig.* 92). Elle est prise dans le portefeuille industriel du Conservatoire des Arts

et Métiers, qui fait connaître tous les systèmes de broyage employés dans la manufacture de porcelaine de Sèvres.

Fig. 92



Les meules en grès A accouplées tournent librement autour d'un arbre H fixé par chacune de ses extrémités dans un œil O solidement attaché par une plate-forme EQ au montant G qui fait partie de la charpente de l'atelier; cet arbre est renflé au milieu d'une partie percée d'une ouverture circulaire, par laquelle passe l'arbre C qui reçoit le mouvement du moteur principal par l'intermédiaire d'une roue F. La partie inférieure de ce même arbre I pivote sur une crapaudine K solidement établie sur un massif en pierre de taille J; le pivot porte un renflement sur lequel repose la cuvette B consolidée par des armatures en fonte. Une clavette P rend solidaires l'arbre et la cuvette dont le fond est formé d'une meule N qui tourne par conséquent avec l'axe C, en entraînant

par frottement la roue A dans un mouvement de rotation autour de l'arbre horizontal H.

On voit facilement (*fig.* 93) comment les meules sont fixées sur l'arbre qui les traverse au moyen de plaques de fonte R placées de chaque côté et reliées au moyen de chevilles ou de boulons assemblés dans les orifices S (*fig.* 94).

Fig. 93.

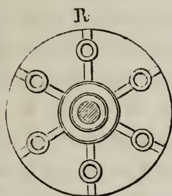


Fig. 94

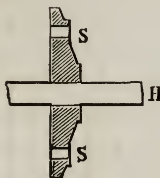
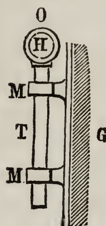


Fig. 95.



Nous avons vu la disposition qui permet aux cylindres broyeurs de laisser passer les fragments d'un volume trop considérable; une disposition analogue très-simple laisse les meules verticales libres de monter et de descendre. L'arbre H (*fig.* 95) peut prendre dans le sens vertical un mouvement de va-et-vient au moyen de la tige T qui le guide dans deux bagues M boulonnées sur le montant G. S'il se présente sur le plateau N des fragmen s trop volumineux, l'arbre H se soulève pour retomber lorsque l'obstacle a cessé d'agir ou lorsque les fragments trop résistants sont écrasés.

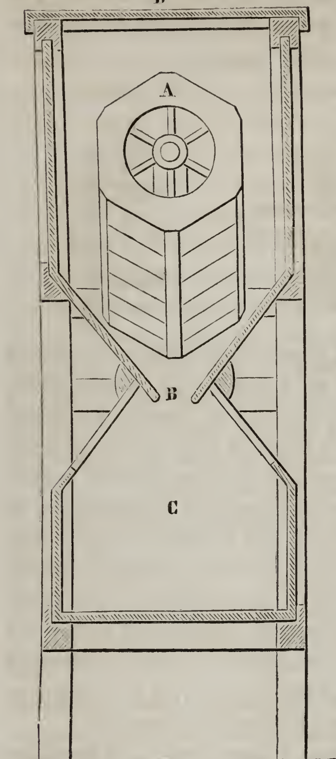
La seule précaution à prendre dans ce mode de broyage est de maintenir la circonférence de la meule verticale légèrement inclinée vers le centre du plateau mobile, pour que le broyage se fasse simultanément par écrasement et par déchirement.

Porphyrisation. — On a souvent besoin dans la fabrication des poteries fines d'obtenir un broyage plus complet que celui que permettent les moyens que nous venons d'exposer. La division de la matière dans des conditions de ténuité complète s'opère par friction entre deux corps durs; on commence dans tous les cas par séparer des matières pilées la poussière la plus fine sur laquelle on agit : on procède par criblage.

Crible. — Le crible, soit rond, soit rectangulaire, est tantôt à fond de tôle percé de trous, tantôt à mailles plus ou moins serrées, c'est-à-dire à fond de fils de fer; il est mû par une déri-

vation de la force qui fait mouvoir les machines chargées du broyage (bocards ou meules).

Fig. 96.



Blutoirs. — On peut encore cribler, comme on le fait à Chantilly, dans des cylindres ou dans des prismes hexagonaux garnis de réseaux métalliques, dont l'axe est plus ou moins incliné. Généralement cette inclinaison est de 52 degrés. La matière sèche et pulvérulente entre par la partie supérieure (*fig.* 96) du cylindre A; le cylindre tourne sur son axe, souvent avec un mouvement de tremblement qui rend plus facile et plus prompte la séparation des matières fines et grossières; la poussière, réunie dans une rigole B se rend dans une chambre C, d'où l'ouvrier l'enlève pour la conduire aux cuves de mélange. Une enveloppe de bois D protége les ouvriers du contact des poussières qui sont dangereuses pour les organes respiratoires.

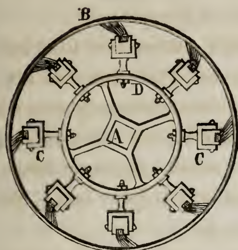
Dans quelques blutoirs (*fig.* 97) on facilite le passage des matières suffisamment broyées au moyen de brosses mobiles C, C fixées à l'armature D qu'entraîne dans un mouvement de rotation l'arbre A; dans ce cas, le cylindre tamiseur B ne prend aucun mouvement.

Tournants. — On donne le nom de *moulins* ou de *tournants* aux appareils qui servent à porphyriser; ils agissent par *trituration* ou par *frottement*.

Nous n'avons pas à nous occuper ici du moteur qui, suivant les circonstances, sera l'air, l'eau, la vapeur, la force musculaire des animaux de trait. Nous n'avons pas non plus à donner tous les modes de transmission du mouvement aux meules qui sont en gé-

néral en nombre considérable dans une même usine; il suffit que nous ne perdions pas de vue qu'il est indispensable de pouvoir arrêter une quelconque des meules sans arrêter le mouvement des autres.

Fig. 97.



Le moulin proprement dit est toujours composé de deux parties dures, dont l'une, inférieure, est fixe, et dont l'autre est mobile autour d'un axe.

La partie inférieure est presque toujours une pierre dure (grès ou silex), ordinairement cylindrique, à surface supérieure parfaitement plane, placée dans le fond de la *tinette* ou *cuvelle* qui doit contenir les matières à broyer. Lorsque le mouvement des meules supérieures vient d'en bas, elle est percée d'un trou par lequel passe l'axe de rotation; quand le mouvement vient d'en haut, elle ne reçoit que la crapaudine par laquelle pivote la meule supérieure; dans un grand nombre de cas sa surface est intacte; quelquefois enfin elle porte une espèce de cavité dans laquelle pénètre une partie saillante correspondante portée par la meule supérieure.

Cette meule, en effet, présente des formes extrêmement variées; tantôt elles sont cylindriques A (*fig.* 98) avec une échancrure B; deux cavités C, C livrent passage aux ferrements qui la forcent à tourner sur elle-même; tantôt elle est ovale, et dans ce cas il n'est pas besoin d'échancrure : les meules cylindriques et les meules ovales sont répandues en Saxe, à Paris, etc. En Angleterre, on leur donne des formes différentes. Dans une meule cylindrique, par exemple, on enlèvera deux portions cylindriques (*fig.* 99), ou, ce qui remplit le même but, on taillera deux

Fig. 98.

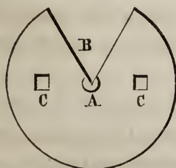


Fig. 99.

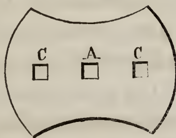
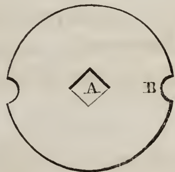


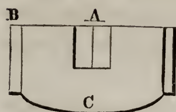
Fig. 100.



rigoles verticales et cylindriques dont les axes se trouveront dans le même plan que l'axe de la meule (*fig.* 100) : on donne quel-

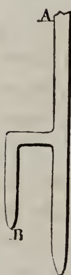
quefois à la partie inférieure de cette meule une forme saillante qui pénètre dans une sorte de cuvette formée dans la meule inférieure (*fig.* 101).

Fig. 101.



La meule supérieure agit souvent de tout son poids sur la meule inférieure; l'arbre qui la traverse n'a, dans ce cas, d'autre fonction que de la faire tourner; l'œil, par lequel il passe, est alors carré (*fig.* 99 t 101); quelquefois encore, pour donner à cet arbre plus de force, on le coude pour former un appendice B (*fig.* 102) qui entre dans l'une des cavités C (*fig.* 98).

Fg. 102.



Pour éviter que l'arbre n'altère la meule supérieure par son contact et par la pression qu'il exerce, on peut garnir la cavité de la meule traversée par l'arbre d'une pièce de fonte ou de fer qui présente une résistance plus considérable que le grès : pour faciliter le transport et l'examen des meules qui doivent être *repiquées* de temps en temps, on ajuste en même temps que la pièce dont nous parlons ici (*fig.* 103) et qui est solidement soudée, deux crochets U, U dans lesquels on peut faire passer une corde pour soulever la meule et la transporter hors de l'atelier : la pièce de fonte présente d'ailleurs trois ouvertures, une cen-

Fig. 103.

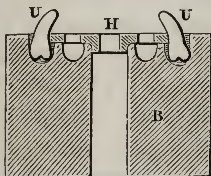
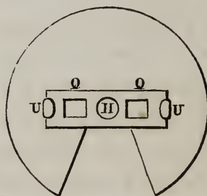
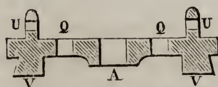


Fig. 104.



trale que traverse l'axe H; les autres Q, Q (*fig.* 104), par lesquelles pénètrent les crampons dont le but est d'entraîner la meule dans un mouvement de rotation sur elle-même.

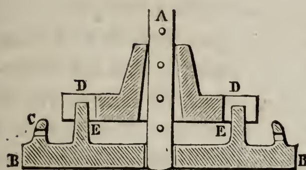
Fig. 105.



On peut encore, soit adapter à l'armature elle-même les anneaux U qui viendront de fonte en ajoutant au modèle de petits renforts pour consolider la soudure (*fig.* 105), soit encaster sur la meule une pièce de fonte

ou de fer B (*fig.* 106) portant deux anneaux C et deux tenons E;

Fig. 106.



l'arbre A se termine par une pièce mobile échancrée en D (*fig.* 107) qu'on peut faire monter ou descendre, et fixer à la hauteur voulue au moyen de chevilles qui traversent l'arbre : on fait descendre la cheville d'un trou lorsque par suite de l'usure de la meule supérieure les tenons E, E cessent de se loger dans les échancrures D, D.

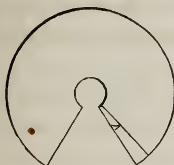
Fig. 107.



Quelle que soit la forme de la meule, l'échancrure doit porter un biseau qui facilite l'engrain; on se représente l'effet de ce biseau vu en dessous (*fig.* 108), lorsque la meule est en mouvement.

Lorsque la meule n'agit pas de tout son poids sur la meule fixe, une *nille* soudée sur la partie supérieure de la meule, traversée par l'axe, reçoit un crochet qui attache la meule directement à l'arbre; la queue de ce crochet est garnie d'un pas de vis sur lequel tourne un écrou qui relève la meule par une action qu'on ménage à volonté.

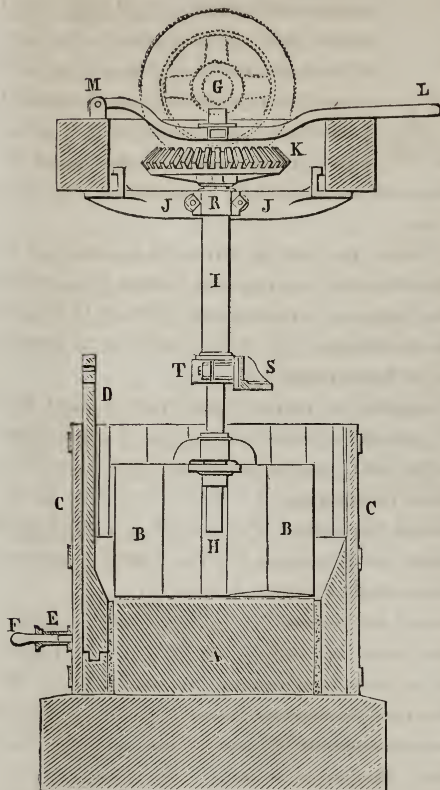
Fig 108.



Nous terminerons ces généralités en décrivant avec les détails nécessaires la disposition des moulins de la manufacture de Sèvres (*fig.* 109). A est la meule dormante sur laquelle repose la meule supérieure B portant l'échancrure et le biseau dont nous avons déjà parlé; ces deux meules sont placées dans une cuve en bois C qu'on vide au moyen d'une vanne D qui peut être levée suivant les besoins : lorsqu'elle est enlevée, la matière broyée descend dans la cavité qu'elle laisse libre et s'échappe par un tuyau E maintenu bouché par un tampon de bois F; l'arbre H fait tourner la meule au moyen de deux crampons Q, Q qui descendent dans l'armature de fer soudée sur la meule (*fig.* 103) : il reçoit lui-même son mouvement d'une roue K engrenant avec une roue d'angle fixée directement sur un arbre de couche commun à plusieurs tournants; l'arbre H traverse un manchon qui le commande lorsque le levier L tournant autour du point M est abaissé;

ce manchon tourne sur lui-même pendant le travail du moulin : il est maintenu dans une position verticale par les coussinets R et T boulonnés, l'un sur les pièces J, et l'autre sur une traverse S commune à tous les moulins mis en mouvement par le même arbre de couche.

Fig. 109.

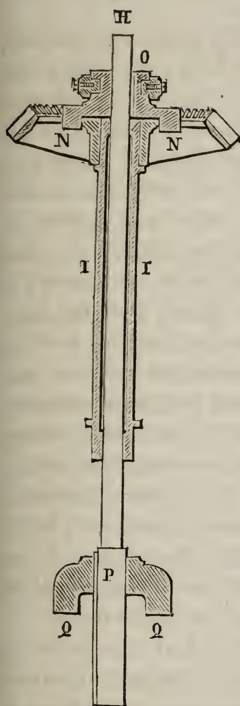


Pour arrêter le mouvement des meules, il suffit de lever le levier L; on fait ainsi glisser le manchon à griffes N sur l'arbre H par lequel il est entraîné dans un mouvement de rotation à l'aide d'une petite clavette O, jusqu'à ce que la griffe abandonne les croisillons de la roue K; à ce moment, l'axe G ne fait plus tourner que la roue K et le manchon dont le poids est supporté par l'épaulement qui le termine sur le coussinet T : le moulin s'arrête.

Une coupe du manchon de la roue qui commande et de l'embrayage (*fig.* 110) donne une idée bien exacte de la manière dont l'appareil fonctionne. La partie inférieure de l'arbre est réunie aux tenons à l'aide d'une clavette P qui les rend solidaires : lorsque la meule est neuve on soulève l'axe H dont la partie supérieure ne rencontre pas l'extrémité de l'arbre de couche G. Lorsque les meules diminuent d'épaisseur, par suite d'un travail continu, lorsque les tenons cessent d'être assez longs pour entraîner la

meule dans un mouvement de rotation, il suffit de faire descendre l'arbre H.

Fig. 110.



On doit disposer le système différemment pour les meules dont les arbres ne peuvent être élevés à cause de l'arbre de couche; pour tous ceux par exemple qui sont placés en arrière de celui que nous avons dessiné. Dans ce cas l'extrémité P de l'arbre est percée de trous qui reçoivent les chevilles traversant à la fois l'arbre et la boîte qui porte les tenons Q; la meule étant neuve, la boîte est placée le plus haut possible, pourvu que les tenons pénètrent dans les cavités qui doivent les recevoir; lorsque les meules sont assez usées pour que ces tenons ne les fassent plus tourner, on descend la boîte jusqu'au trou suivant dont les distances sont en rapport avec les longueurs des tenons.

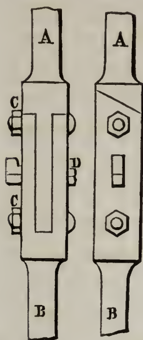
Lorsqu'on veut enlever les meules des tinettes ou cuvelles qui les contiennent, on enlève les crapaudines R en dévissant les écrous; on retire les supports S et les écrous des crapaudines T en les remplaçant par des madriers qu'on dispose sur les cuvelles, et sur lesquelles les manchons I viennent buter en descendant; on les retire en dégageant les roues d'engrenage et faisant glisser les arbres et les manchons qu'on enlève ensuite; enfin, en passant dans les anneaux U des cordes assez fortes, on soulève la meule au moyen des poulies mouflées attachées aux charpentes supérieures.

La manœuvre de ces meules se fait encore assez commodément lorsqu'on ne peut déplacer les roues d'angle, en composant l'arbre de deux pièces réunies au moyen d'une espèce de fourchette, et consolidées par des écrous (*fig.* 111). On desserre les clavettes avant d'enlever les écrous.

Nous terminerons ce que nous avons à dire des meules de cette sorte en donnant quelques chiffres relatifs au travail que ces appa-

reils peuvent effectuer. Ordinairement les meules ovales ou rondes n'ont pas plus de $0^{m},70$ de diamètre, dans la plus grande largeur ; les meules ovales ont un axe plus petit, égal aux $\frac{2}{3}$ du grand.

Fig. 111.



Ces meules, ordinairement piquées en dessous, sont placées au nombre de huit à dix autour d'un grand hérisson d'environ 4 mètres de diamètre qui les fait tourner, ou séparément, ou toutes à la fois, au moyen de lanternes adaptées à leur axe ; on donne généralement à ces lanternes un diamètre de 40 centimètres, elles sont garnies de dix fuseaux maintenus dans deux disques pris dans des madriers en bois d'orme de 8 centimètres d'épaisseur. Ces disques sont garnis d'un bandage ; les fuseaux dont les axes ne sont séparés que d'un intervalle égal à la largeur des *alluchons* ou dents du hérisson, sont en bois de pommier qui résiste assez bien aux frottements répétés. On leur donne une forme légèrement conique, et c'est en les retirant par la partie supérieure qu'on peut arrêter le mouvement des meules.

Les meules portant de tout leur poids sur la meule dormante peuvent être chargées de 40 à 80 kilogrammes de matière à la fois en faisant 6 tours à la minute : elles broient généralement, dans ces conditions, 60 kilogrammes de sable siliceux en quarante-huit heures ou 80 kilogrammes de feldspath dans le même temps.

Moulins à blocs. — On a fait usage pendant longtemps en Amérique, pour l'amalgamation des minerais d'argent, d'un procédé de broyage fondé sur l'action que peuvent exercer des blocs de pierres dures, poussées ou tirées par des bras ou des palettes fixées à l'arbre central. Cette méthode, introduite en Angleterre depuis plusieurs années, est aujourd'hui répandue dans un grand nombre d'établissements céramiques ; la manufacture de Sèvres fait usage de ce système de moulins, pour mélanger les pâtes en achevant leur broyage. Ce système de moulin se nomme *moulin à blocs*.

Un arbre vertical A (*fig.* 112) entraîne dans un mouvement de rotation continue une roue de fonte B concentrique à la cuve C faite en bois d'une épaisseur convenable, maintenue solidement à l'extérieur par des cercles de fer ; des palettes D fixées aux bras

de cette roue affleurent le sol de la cuve, qui peut être formé soit d'une seule pièce E, comme à Sèvres, soit de plusieurs morceaux joints le plus exactement possible; une roue dentée F communique le mouvement à l'arbre maintenu dans une position invariable, au moyen du massif G, qui supporte l'appui dans lequel la crapaudine H se trouve solidement placée. Un tourillon I, renforcé par un épaulement, s'oppose à ce que cet arbre sorte de la verticale. Lorsque les matières sont suffisamment mélangées ou broyées, elles s'échappent par une ouverture fermée pendant le travail du moulin par un tampon en bois J qu'on peut enlever à volonté. Toute la cuve est supportée par des madriers K.

Fig. 112.

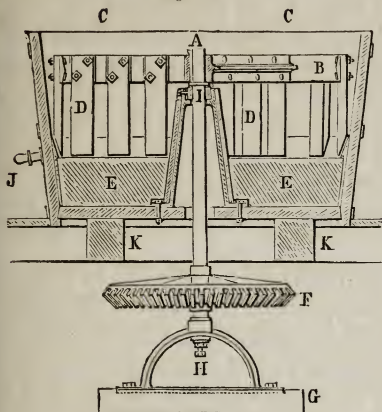
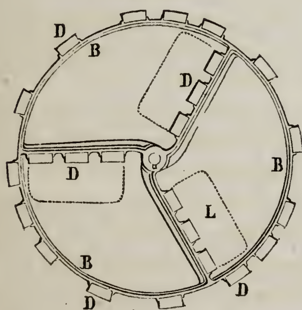


Fig. 113.



Les pierres L (*fig.* 113) sont poussées par les palettes; elles s'usent plus ou moins promptement avec l'usage qu'elles font et la nature de la matière qui les forme; elles peuvent être en quartz, en grès, en granite. On ne peut employer cette roche ou toute autre roche colorée que lorsqu'on ne craint pas d'enlever à la pâte la qualité qu'elle tient de sa blancheur. Pour agir d'une manière efficace, chaque bloc doit peser au moins 100 kilogrammes. Quand ils sont usés, on peut les charger de blocs nouveaux qui ajoutent à leurs poids. On peut, avec un système comme celui que nous décrivons, broyer en vingt-quatre heures 240 kilogrammes de matières dures.

Les dimensions des cuves varient ordinairement entre 2 mètres et $2^{m},50$ de diamètre sur $1^{m},10$ de profondeur.

Pour ne pas être entraînés trop loin au sujet du broyage, nous terminerons en disant que lorsqu'on possède une machine puissante, on peut obtenir une porphyrisation complète beaucoup plus rapide au moyen de grandes meules horizontales, analogues à celles qui servent à la mouture du grain, animées d'une vitesse de 70 à 80 tours à la minute. Ce système, employé depuis longtemps à Limoges, a donné des résultats très-économiques.

Quelques considérations générales vont nous permettre d'abandonner ce sujet.

Le broyage, dans toutes les méthodes qu'on vient de décrire, se fait à l'eau. Le broyage à sec, comme nous l'avons fait remarquer pour le cassage et le pilage, répand dans les ateliers des poussières dont la présence devient à la longue nuisible à la santé des ouvriers : on ne peut le faire sans prendre des précautions convenables. Lorsqu'on broie à l'eau dans des tinettes, il convient de déterminer avec soin la vitesse de rotation des meules ; un mouvement trop rapide empêche les matières de se déposer pour passer sous les meules, elles restent en suspension ; une vitesse trop faible et surtout une suspension complète de mouvement vers la fin du broyage, permet aux matières fines de se déposer entre les meules, de les coller l'une contre l'autre avec une si grande force, qu'il faut avoir souvent recours aux leviers les plus puissants pour les séparer.

On dit alors que les matières *plombent* les meules ; on a remarqué que les substances pierreuses et celles d'une densité considérable présentaient surtout cette propriété.

Les terres argileuses et plastiques possèdent, au contraire, la faculté de s'opposer au plombage des silex ; la craie est souvent mêlée, dans les proportions convenables, avec le feldspath, pour s'opposer à cet inconvénient que cette matière possède au plus haut degré. Il est évident que lorsqu'on fait usage de cette addition, il faut tenir compte, dans le dosage, de la quantité de chaux introduite dans le sable ou le feldspath.

Nous avons parlé de l'action du vinaigre et de l'acide acétique sur les matières que ces agents maintiennent en suspension dans l'eau : l'addition de ces matières empêche assez bien le plombage ;

mais il est insuffisant pour mettre en suspension les matériaux plombés. Lorsque les feldspaths broyés sont plombés, on n'arrive qu'avec assez de peine à les diviser en agitant au-dessus de leur surface de l'eau tiède; on est souvent forcé de recourir à l'action d'outils en fer, tels que ciseaux, maillets, etc.

Fig. 114.

Les inconvénients du plombage sont surtout très-graves, quelquefois même dangereux, lorsque cet accident se produit pendant le mouvement des meules; tout le mécanisme peut se trouver brisé. On obvie à ces dangers, au moins en grande partie, en adaptant sur les arbres de couche, en avant des meules et des embrayages qui les font marcher, un système de manchon protecteur employé dans les moulins de la manufacture de Sèvres (*fig.* 114).

A étant l'arbre moteur qui communique le mouvement à l'arbre de couche G (*fig.* 109), et dont il est le prolongement, on le termine par une rondelle métallique B solidement fixée par de fortes clavettes; sur cette rondelle on assujettit une boîte C qui entre à frottement sur la partie cylindrique de la pièce B, et s'appliquerait exactement sur elle sans une rondelle de cuir G qui sépare les deux pièces. La boîte C, vue par la face antérieure et par la face postérieure, présente deux formes très-différentes: la face antérieure (*fig.* 115), celle qui se trouve du côté des moulins, porte des griffes E, qui s'adaptent dans les cavités d'un manchon qui glisse sur l'arbre de transmission et qui réunit à volonté l'arbre A et l'arbre de transmission; l'autre face (*fig.* 116)

Fig. 115.

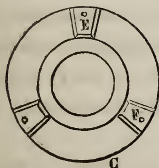


Fig. 116.

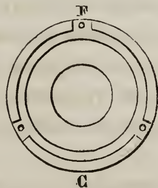
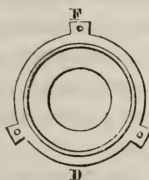


Fig. 117.



laisse voir la cavité dans laquelle vient se loger la rondelle de cuir G, puis la rondelle de fonte, qui ne fait plus qu'une pièce avec l'arbre lui-même. Des trous F, percés au centre des griffes, traversent toute l'épaisseur de la pièce C, qui peut recevoir des

boulons quand on veut fermer la boîte par l'espèce de couvercle D, dont les tenons (*fig.* 117) s'engagent dans des mortaises réservées à cet effet; lorsque les pièces D et C sont boulonnées et que les arbres sont réunis, tant que la résistance est normale, l'arbre moteur tourne sur lui-même; mais si la résistance augmente tout à coup, l'arbre s'arrête, la pièce B tournant seule dans la boîte C en frottant contre la rondelle de cuir G, qui peut être carbonisée par la chaleur dégagée par frottement.

De semblables boîtes sont placées sur les arbres des moulins à blocs qu'ils protégent d'une manière efficace.

Décantation, lévigation. — Nous avons dit comment, au moyen du criblage, on séparait, après le pilage et le cassage, les matériaux suffisamment ténus de ceux qui ne l'étaient pas assez. Lorsque la porphyrisation est terminée, il faut avoir encore le soin de mettre de côté les parties dont le degré de ténuité peut ne pas paraître suffisant, et c'est au moyen de la lévigation, par décantation, qu'on sépare la partie la plus fine; on fait passer de nouveau sous les meules les particules plus grossières qui sont tombées au fond des cuves de décantation.

Appréciation de la finesse des parties. — On doit vérifier d'ailleurs si les matières sont convenablement broyées, en les comparant à des poussières *étalon*. Supposons un bocal cylindrique pouvant conten r 800 grammes d'eau, divisé dans sa hauteur en pa: ties égales. Si nous délayons 250 grammes de matière dans 500 grammes d'eau, nous observerons le temps que cette matière mettra pour descendre d'une quantité déterminée; toutes les fois qu'une poudre de même nature aura subi le même degré de broyage, elle mettra le même temps pour descendre, dans les mêmes circonstances, au même niveau. Si le temps est moins court, il faudra continuer le broyage. Ces méthodes, auxquelles on devra joindre l'essai par *craquement* sous la dent, suffisent, quoique purement empiriques, dans la pratique des arts céramiques.

Certains liquides, augmentant la viscosité de l'eau, rendent la précipitation plus lente : le vinaigre, une solution faible de gomme arabique, ont une influence très-marquée; il est évident aussi que la température, ainsi que M. Brongniart l'a constaté, favorise la rapidité de la précipitation.

DOSAGES DES MATÉRIAUX.

Lorsque les matériaux dont le potier doit faire usage ont été lavés et broyés, ou simplement broyés, si la poterie qu'il fabrique ne comporte pas les dépenses du lavage, ou plus simplement encore, lorsque les matériaux sont emmagasinés dans la manufacture, dans l'état brut sous lequel la nature les présente, si le broyage et le lavage sont jugés inutiles, on procède au dosage de ces matériaux avant de suivre la composition des pâtes.

Le dosage des matières peut se faire soit au poids, soit au volume ; il est fait tantôt d'une manière grossière, d'autres fois, pour les fabrications soignées, avec un soin extrême : pour les porcelaines dures, par exemple, il faut craindre des erreurs qui, modifiant les rapports normaux qui doivent exister entre les éléments réfractaires et les principes fusibles, conduiraient à des rebuts, soit par déformation et affaissement, soit par manque de transparence ou de blancheur.

Lorsqu'on fait le dosage au moyen des poids, il est bon de n'opérer que sur des matières identiques, bien sèches, ou présentant toujours le même degré d'humidité ; il est bon de déterminer par des expériences préalables la quantité d'eau contenue dans les matières au moment même du dosage, afin de corriger par le calcul les différences qui peuvent exister.

La méthode par les poids, qui ne laisse pas de contrôle, peut conduire à des erreurs, lorsqu'elle n'est pas appliquée par des agents fidèles et consciencieux. Comme on n'effectue pas d'un seul coup la pesée de toute la quantité du même élément qui doit entrer dans la broyée, rien n'est plus facile que de se tromper sur le nombre des pesées successives qui complètent la pesée totale : on se borne généralement à faire la première pesée directement dans une capacité déterminée, et de remplir chaque fois la capacité donnée ; le produit du nombre des volumes par le poids de la première pesée donne le poids de la matière employée.

Lorsqu'on opère au moyen des volumes, on peut agir sur des volumes secs ou sur des volumes liquides. Lorsque, par suite du travail qu'on a fait subir aux matières premières, on les a réduites en bouillie, il vaut mieux, pour éviter de les faire sécher, en déterminer le volume sous cette forme de bouillie ; lorsque les ma-

tières ne sont pas à l'état de liquide, ou lorsque par leur nature elles se déposeraient trop promptement, on a recours aux volumes à sec pour faire le dosage. Il faut faire en sorte dans ce cas que les matériaux se présentent toujours en fragments de même grosseur. On se sert d'une commune mesure qu'on emplit une fois, par exemple, pour une substance, deux fois pour l'autre, quatre fois pour la troisième. Il vaut mieux, pour éviter toute erreur, avoir, pour composer la pâte, des mesures différentes pour chaque substance, pour que la seule inspection du tas, lorsque la pâte est composée, puisse permettre d'y distinguer, comme contrôle, la présence de chacun des matériaux qui doivent composer la pâte. En reprenant l'exemple que nous avons choisi, il serait préférable d'avoir trois caisses : l'une de $\frac{1}{4}$ de mètre cube pour le premier élément, le sable par exemple, marquée de la lettre S (sable), l'autre de $\frac{1}{2}$ mètre cube pour la marne argileuse, marquée M (marne), et une troisième enfin pour le ciment, contenant 1 mètre cube, et marquée C (ciment). La composition faite, il suffit, pour vérifier s'il n'y a pas erreur, de rechercher dans le mélange le sable, le ciment et la marne.

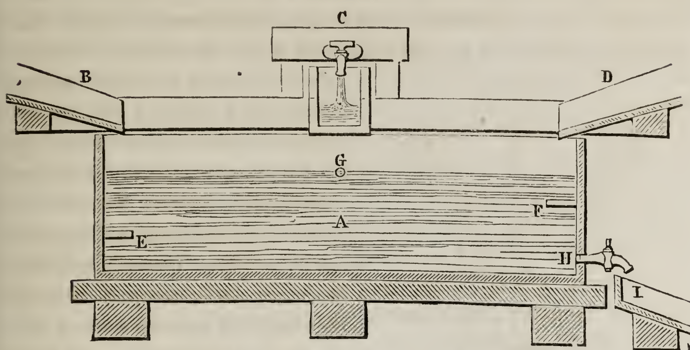
Lorsque tous les éléments, ou quelques-uns seulement des éléments, sont à l'état liquide, on opère en déterminant le volume des bouillies ramenées à la densité prise pour point de départ, densité variable ou non avec la matière. Supposons, par exemple, que nous voulions faire une terre de pipe dans laquelle nous introduisions de l'argile décantée, du silex et du kaolin finement broyé.

Nous avons disposé (*fig.* 118) une grande cuve A, dans laquelle le mélange doit s'effectuer. Des canaux, communiquant avec les dépôts de ces diverses bouillies B, C, D, amèneront ces matériaux en proportions convenables. Sur les parois de la cuve, en trois endroits visibles, nous enfoncerons des goujons en bois E, F, G : il faudra verser du silex jusqu'en E, de l'argile jusqu'en F et du kaolin jusqu'en G.

Pour déterminer la densité de la matière qu'on veut introduire dans la bâche de mélange, on a déterminé par expérience le poids auquel fait équilibre une petite caisse de 2 à 3 litres de la bouillie *normale*, 2 litres par exemple; on remplace le poids par une tare qui reste fixe sur un des plateaux de la balance à demeure dans l'atelier. Si la petite caisse pèse trop, on ajoute de l'eau, on brasse

et on recommence la pesée; si la caisse ne pèse pas assez, on ajoute ou de la matière sèche, ou de la bouillie plus épaisse.

Fig. 118.



Cette méthode est avantageuse, en ce qu'elle ne livre pas immédiatement aux ouvriers les dosages de la fabrique; lorsque le mélange est fait, on brasse dans la cuve A, puis on écoule la pâte faite au moyen du robinet H, par un conduit I, qui la déverse dans les *fosses*.

MÉLANGE INTIME DES MATIÈRES.

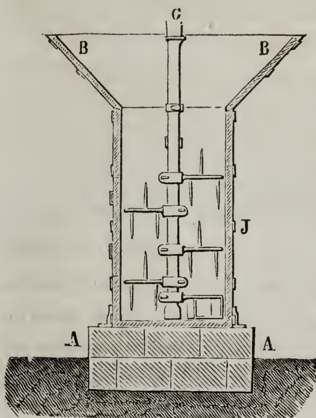
Le mélange des matériaux réunis en proportions convenables pour constituer les pâtes s'opère à l'état liquide ou sous forme de matière pâteuse.

Mélange liquide. — Lorsqu'il se fait à l'état liquide, il ne faut pas ajouter trop d'eau, parce que les matériaux se sépareraient par ordre de densités; on les mélange avec rapidité, tantôt dans une grande cuve où les bouillies sont agitées avec des râbles, tantôt dans des tonnes plus profondes que larges, ou plus larges que profondes, suivant les habitudes locales; on les nomme souvent *gâchoirs;* les matières sont mêlées soit par des palettes attachées à des axes horizontaux ou verticaux, soit dans des patouillets analogues à ceux dont on fait usage dans les usines métallurgiques, et que nous avons décrits en parlant du délayage et du débourbage.

Les descriptions que nous avons déjà données des appareils de lavage nous dispenseront ici d'entrer dans de nouveaux détails et de présenter de nouvelles figures.

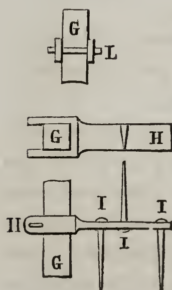
Mélange pateux. — Le mélange des matériaux grossiers, destinés à la fabrication des produits céramiques communs qui ne comportent pas le lavage et le broyage des matières premières, matériaux qui ne se mêleraient que très-incomplétement s'ils se trouvaient en mélange dans une quantité d'eau quelque peu considérable, se fait à l'aide de moyens mécaniques agissant sur des matières pâteuses ne permettant pas le déplacement facile des fragments ou poussières qui les composent. On l'obtient à l'aide d'un manége ou de toute autre force motrice, dans des appareils qui reçoivent le nom de *tines à malaxer*. On en fait un grand usage dans la fabrication des briques de construction dites de *pays*.

Fig. 119.



Tines à malaxer. — Cet appareil (*fig.* 119) ne diffère de la tine à laver que nous avons décrite que par la forme des couteaux dont l'arbre central est armé. Les lames des couteaux I (*fig.* 120) sont fixées au moyen de rivets sur une palette de fer en forme de fourchette H qu'on serre contre l'arbre G par l'intermédiaire des clavettes L. Cette disposition n'oblige pas à diminuer autant la force de l'arbre, qui est carré, que si, pour assembler les palettes, il fallait évider cet arbre; la présence du fer dans l'intérieur de la tine à malaxer s'oppose à l'emploi de ce moyen de mélange pour la confection des pâtes de porcelaine dure.

Fig. 120.



Le fond de la tine est nettoyé par une espèce de *racloir* (*fig.* 121) portant, comme les palettes placées au-dessus, une lame de couteau. Cette sorte de pelle à main M est assemblée sur l'arbre comme les autres pièces, et les faces N sont inclinées et terminées en biseaux.

Lorsqu'on juge que la pâte est suffisamment malaxée, l'ouvrier lève une vanne située dans la partie inférieure, et coupe, avec le

secours d'une pelle ou d'un fil, la masse de pâte qui se moule en sortant sous forme de prismes ou de cylindres dont la section est la même que celle de l'ouverture mise à nu par la vanne.

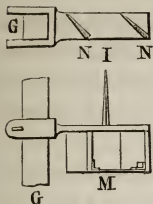


Fig. 121.

En Chine, le mélange des pâtes se fait en plaçant dans une auge en pierre les matériaux à mêler et en les faisant fouler longtemps par des buffles dressés à ce genre de travail.

Il est inutile d'ajouter ici qu'on peut employer, dans le cas qui nous occupe, tous les divers systèmes de malaxeurs appliqués actuellement, dans l'art de bâtir, à la confection des bétons et mortiers.

RAFFERMISSEMENT DES PATES.

Quelques fabrications grossières peuvent employer la pâte telle qu'elle sort des tines à malaxer. Il n'en est plus de même pour les pâtes fines dont les éléments sont fournis par des matériaux qu'on a mélangés à l'état de bouillie. Ces pâtes se déposeraient par ordre de densité, si l'on n'avait soin de les ramener à l'état pâteux ; on donne le nom de *ressuage* ou de *raffermissement des pâtes* aux méthodes diverses à l'aide desquelles on amène les pâtes céramiques à la consistance dite *pâteuse*.

On enlève à la pâte l'eau qu'elle contient en excès :

1°. Par évaporation spontanée;

2°. Par évaporation aidée de l'action de la chaleur;

3°. Par absorption au moyen de matières poreuses;

4°. Par filtration avec ou sans pression au moyen du vide;

5°. Par compression.

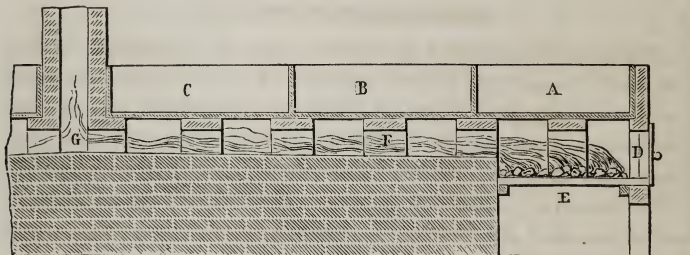
Raffermissement par évaporation spontanée. — Dans les localités qui jouissent de saisons prolongées sans pluie, on se sert de grands hangars bien ventilés sous lesquels les pâtes sont mises à se raffermir spontanément. Après qu'on les a recueillies dans des réservoirs spéciaux, on décante toute l'eau qui surnage le dépôt au moyen de trous qu'on nomme *chante-pleurs,* placés les uns au-dessus des autres et auxquels on adapte des bouchons qu'on retire à volonté. Le fond et le côté de ces réservoirs, comme ceux des gâchoirs et des cuves de dépôt, sont formés de briques faites avec des terres sembables à celles qui doivent servir à confection-

rer les pièces courantes; on les cuit aux feux les plus élevés pour qu'elles ne se détériorent ni par l'action de l'eau ni par celle des outils qui servent à remuer la pâte.

Lorsque dans quelques pays septentrionaux on emploie la simple ventilation pour raffermir les pâtes, on les place dans des caisses à peu près carrées exposées au midi, munies de couvercles à charnière qu'on abaisse quand il pleut et qu'on relève quand le temps s'est remis au beau.

Raffermissement par la chaleur. — Dans les fabriques qui travaillent beaucoup, lorsque surtout le plâtre est rare et le combustible à bon marché, on pratique des séchoirs artificiels dont la description peut nous intéresser (*fig.* 122). Sous un bâti-

Fig. 122.

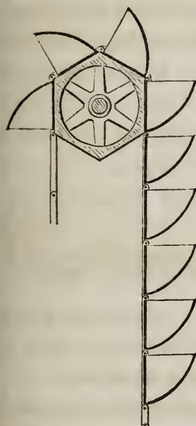


ment du rez-de-chaussée, fermé supérieurement par un toit recouvert de tuiles à claire-voie, pour que la vapeur d'eau puisse s'échapper facilement, on bâtit deux murs parallèles élevés à $0^m,70$ du sol, écartés l'un de l'autre de $1^m,40$; on leur donne une épaisseur de $0^m,33$. On établit de distance en distance des arcadons destinés à supporter les tuiles qui doivent former la plate-forme ou le fond du séchoir; pour activer le raffermissement de la pâte, il faut diminuer le nombre des arcadons et donner aux tuileaux la plus grande longueur possible. Dès que les murs et les arcadons sont faits, on remplit les voûtes pour élever ces espèces de murs de refend jusqu'à la hauteur du sommet des arcadons, on les assujettit de niveau et on les recouvre au moyen des tuiles qu'on place aussi jointives qu'il est possible. On fait ces tuiles avec la même terre que celle qu'on met en œuvre dans la manufacture, pour la même raison qui fait préparer cette terre pour la confection des gâchoirs et des caisses de dépôt. Au-dessus de ces tuiles de

fond, on élève les murs à la hauteur de $0^m,40$ sur les côtés et sur les extrémités au-dessous de l'une desquelles on dispose une grille qui sert de foyer; on a disposé à l'autre extrémité, pour obtenir un tirage facile et peu coûteux, une cheminée très-haute qui sert souvent pour deux séchoirs artificiels. La capacité de la fosse est souvent divisée en compartiments A, B, C qui reçoivent successivement les pâtes raffermies; le ressuage commence en C, se continue en B et se termine en A.

On porte les pâtes à l'ébullition et la disposition du fourneau permet en quelque sorte une *dessiccation méthodique*. La longueur d'un four, ayant la cheminée centrale, peut souvent s'étendre jusqu'à 20 mètres. Dans ces appareils, qui ont la forme appelée *galères*, la pâte, sortant des cuves de mélange ou de décantation, est ordinairement amenée dans la première caisse du séchoir par une pente naturelle ou par des roues à godets, ou des *noria* (*fig.* 123); on agite constamment et le râblage empêche les parties qui constituent la pâte de se séparer pendant le raffermissement. Ce procédé, généralement coûteux, est employé principalement pour la fabrication de la terre de pipe et des poteries fines anglaises et françaises. On n'emploie cependant que des combustibles de peu de valeur.

Fig. 123.



Raffermissement par absorption. — Pour les fabriques dont l'importance n'est pas aussi considérable que celle des terres de pipe ou des cailloutages, on obtient, après avoir hâté l'évaporation et la décantation par l'exposition du soleil, un raffermissement plus complet, en mettant la pâte en contact avec des matières poreuses avides d'humidité; dans la plupart des cas on se sert de la terre cuite ou du plâtre.

Murs de dessèchement. — Dans les petites fabriques de faïence, on prend la pâte dans un certain état de dureté pour la projeter avec force, au moyen de la pelle avec laquelle on l'enlève des brouettes servant à leur transport, contre des murs exposés à la radiation solaire; lorsque la pâte est séchée, qu'elle menace de se détacher,

on la retourne en la collant sur la seconde face restée plus molle. Les murs abreuvés d'eau se sèchent, et lorsqu'ils sont détériorés, on les recharge de plâtre; ces murs sont ordinairement bâtis en briques surmontés d'une toiture légère qui protége leurs faces contre les pluies les plus fréquentes.

Coques. — On met souvent la pâte en bouillie dans des caissons de plâtre, tantôt circulaires et creusés en segments de sphère, tantôt rectangulaires à cavité prononcée, à parois épaisses pour être très-absorbantes. On termine quelquefois le raffermissement commencé dans ces caissons au moyen des murailles de dessé-chement, mais quelquefois encore le raffermissement est complet dans les caissons; les fabriques de porcelaine n'emploient souvent pas d'autres moyens de raffermir leurs pâtes. A la manufacture de Sèvres les caissons reçoivent le nom de *coques* (*fig.* 124); elles ont la forme de parallélipipèdes; deux cavités A facilitent le

Fig. 124.

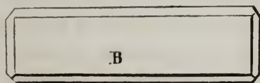
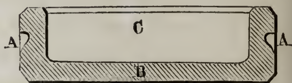
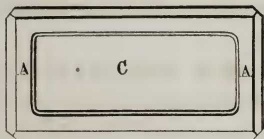


Fig. 125.



transport; on abat les arêtes pour éviter une détérioration trop grande (*fig.* 125); on établit de même à l'intérieur une sorte de *congé* dans les angles (*fig.* 126) pour faciliter la dépouille.

Fig. 126.



Le plâtre, en absorbant l'eau de la pâte, met les parties qui le touchent dans un état de fermeté qui s'oppose à l'absorption de l'eau centrale. On soulève la partie déjà raffermie pour faire couler en dessous celle qui est encore liquide : sans cette précaution on est obligé de perdre beaucoup de temps à battre et rebattre la pâte avant de la livrer dans les ateliers de façonnage; il se forme des *durillons*, cause de rebut pour toutes les pièces qui les contiennent.

Cette méthode, nous l'avons dit, n'est praticable que dans les fabriques d'une importance médiocre; elle exige une dépense assez considérable pour l'approvisionnement, l'entretien et le transport de toutes ces caisses souvent pesantes; il faut des hangars assez vastes pour abriter de la pluie les coques et les pâtes

qu'elles renferment ; il faut les faire sécher pour enlever l'eau dont elles sont abreuvées, même lorsqu'elles n'ont pas encore servi.

On se sert à la Chine d'une méthode qui semble reposer sur le même principe. Au fond d'une caisse peu profonde on place des briques de plâtre longues, larges, épaisses, parfaitement sèches ; on les recouvre d'un drap ou d'une toile sur laquelle on verse la pâte sous la forme d'une bouillie claire qui ne tarde pas à prendre l'apparence de croûtes d'une consistance convenable.

En plaçant les coques ou les briques, dont nous venons de parler, sur des sables ou des escarbilles, du gravier, on obtiendrait en quelque sorte une absorption continue, une espèce de *filtration* reposant sur les principes que nous devons examiner maintenant.

Raffermissement par filtration. — Tout le monde sait que pour réunir une matière insoluble en suspension dans l'eau, il suffit de la retenir au moyen d'un corps poreux dont les pores soient assez petits pour empêcher la matière de les traverser. Cette méthode, évidemment applicable au cas qui nous occupe, ne donnerait que des résultats incomplets et coûteux par suite de la lenteur de la filtration ; on a cherché, sans modifier le principe, à rendre le travail plus actif en aidant la filtration au moyen de la pression atmosphérique.

Tous les appareils proposés et mis en pratique ne diffèrent que par le moyen de faire le vide au-dessous des caisses perméables, qui contiennent la pâte céramique. Ces caisses doivent toutes satisfaire à la seule condition d'arrêter la matière solide et de ne pas s'écraser sous le poids de la masse qui les charge.

Filtration par la condensation de la vapeur d'eau. — On est parvenu dans la manufacture d'Arboras à raffermir une pâte très-plastique, en la versant à l'état de bouillie claire dans des trémies en fonte ajustées sur un tuyau dont l'engorgement, par les galets qui composent le filtre proprement dit, est impossible, à l'aide d'une calotte sphérique K (*fig.* 127). On verse sur le fond de la trémie un lit de galets sur lequel on place un drap de molleton de laine ; le tuyau communique avec un réservoir dans lequel vient se condenser la vapeur d'eau de la machine qui fait mouvoir tous les mécanismes de l'établissement. Le vide se fait lorsque l'air est chassé, et la filtration est beaucoup plus active que si la pression atmosphérique agissait en dessous de la trémie.

Filtration avec appel par écoulement. — Le résultat serait le même s'il était possible de remplir d'eau, puis de vider successivement le réservoir en communication avec la trémie par le tuyau de décharge. Si l'on a sous la main l'eau suffisante pour remplir, sans dépense, par une simple différence de niveau, le réservoir fermé par sa partie inférieure, un robinet à air ajusté sur la partie supérieure étant ouvert, le vide se fera dans ce réservoir par le fait seul de l'écoulement du liquide; lorsqu'on ouvrira le robinet inférieur et qu'on tiendra fermé le robinet à air, la pression atmosphérique agira sur la nappe de bouillie dont on veut le raffermissement. Nous entrerons à ce sujet dans quelques détails.

C'est sur ce principe que repose l'appareil (*fig.* 127) propre au raffermissement des pâtes de porcelaine, disposé chez M. Alluaud, l'un des plus importants fabricants de Limoges, et construit par M. Talabot.

Deux cylindres de forte tôle A, A communiquent d'une part avec quatre grands entonnoirs B, B en fonte de $1^{m},50$ de diamètre, et d'autre part avec un réservoir C. Les tuyaux établissant la communication des cylindres avec les trémies ou le réservoir portent en haut comme en bas deux robinets qui se manœuvrent simultanément au moyen de la tige G, qui en traverse les clefs et tourne avec le levier H placé sur cette tige. Le robinet supérieur E sert à mettre alternativement chaque cylindre en communication avec le tuyau O par lequel arrive l'eau du réservoir C, comme avec les tuyaux P, P qui communiquent eux-mêmes avec les entonnoirs B, B dans lesquels la filtration s'opère. Par cette disposition l'opération est continue, car un des réservoirs est en communication avec l'eau d'alimentation, quand l'autre communique avec les filtres.

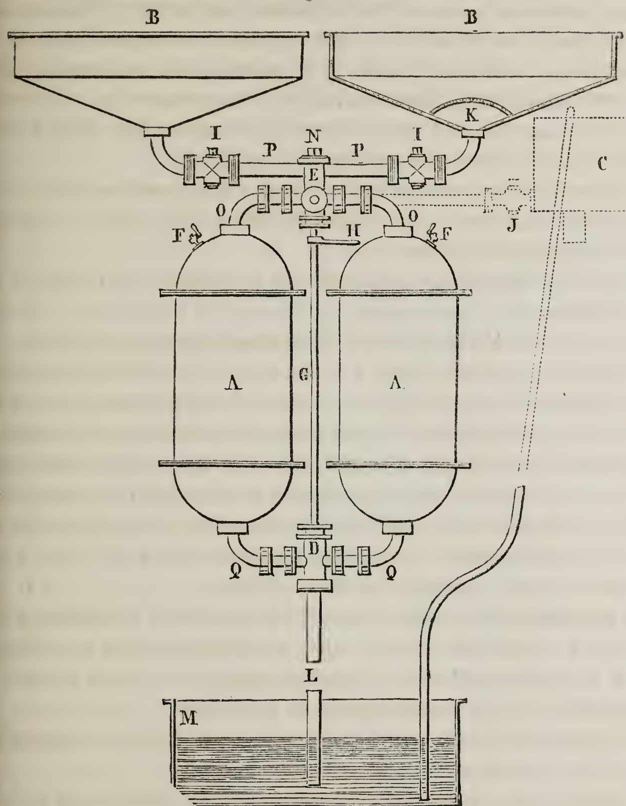
Le robinet inférieur D sert à vider alternativement les cylindres au moyen du tuyau de décharge L qui plonge dans le réservoir M. Les robinets sont montés de telle sorte, que le cylindre qui s'emplit est fermé par le bas, tandis que le cylindre en vidange et dans lequel s'opère le vide est seul en communication avec les filtres. Ces entonnoirs offrent la disposition K dont nous avons parlé plus haut.

Sur un point quelconque du tuyau N, sur lequel s'embranchent les tuyaux P, P, on a fixé le manomètre qui donne la pression sous laquelle la filtration s'opère.

Pour bien comprendre le jeu de l'appareil, supposons que les

entonnoirs soient chargés de $0^m,15$ à $0^m,16$ de pâte liquide ; en ouvrant le robinet J du réservoir C, l'un des cylindres dont le robinet à air F est ouvert, se remplira d'eau ; le cylindre est plein

Fig. 127.



lorsque l'eau s'échappera par ce robinet : on le ferme et on fait le vide en changeant la position des robinets E et D au moyen du levier H. Le cylindre plein se vide par le tuyau de décharge L et se trouve en communication avec le tuyau N, le manomètre, les tuyaux P et les filtres. Après avoir fait jouer ainsi les robinets trois ou quatre fois, après quarante ou quarante-cinq minutes, la pâte qui contenait 0,50 d'eau n'en contient plus que 0,20, en se ré-

duisant à l'épaisseur de $0^m,06$ à $0^m,07$. La pâte raffermie par cette méthode acquiert une plasticité remarquable.

Raffermissement par compression. — Il est évident qu'on arrive à des résultats identiques si l'on augmente la pression à laquelle la pâte est soumise, en ne faisant pas varier celle du milieu dans laquelle s'écoule l'eau dont la pâte se sépare. C'est sur ce principe qu'est fondée la méthode proposée, puis mise en pratique par MM. Grouvelle et Honoré. La pâte, débarrassée de la majeure partie de son eau, est soumise, dans des sacs de toile forte à tissu très-fin, à l'action d'une pression considérable.

Presque toutes les manufactures de porcelaine ont essayé de cette méthode en faisant varier le mode d'action de la presse, la forme et la contenance des sacs.

Tantôt la pression est exercée sur le plateau qui recouvre les sacs au moyen d'une vis que fait tourner un engrenage; l'ouvrier qui agit sur la manivelle doit exercer une pression continue.

Tantôt on presse les sacs à l'aide d'un bras de levier très-long, à l'extrémité duquel on agit au moyen d'un poids dont l'action est d'autant plus considérable qu'il est appliqué plus loin du centre de pression. Cette dernière disposition exige un mur solide, ainsi qu'une place considérable à cause de l'espace nécessaire au jeu des leviers. Mais elle permet aux ouvriers qui surveillent l'opération de s'occuper simultanément d'un grand nombre de sacs et d'aller d'une presse à l'autre, pendant qu'elles agissent.

La manufacture de Sèvres a fait usage pendant longtemps d'une presse à roues d'engrenage; cette presse permettait de raffermir de 6 à 700 kilogrammes de pâte par journée de douze heures, en opérant sur de la matière égouttée pendant le même temps. Les sacs contenaient environ 6 kilogrammes de pâte; on les plaçait par 40 sacs, et on faisait trois pressées par jour.

Dans la manufacture de Chantilly, les sacs contiennent 45 kilogrammes; à Saint-Gaudens, ils ne contiennent que 20 kilogrammes. On les fait en toile de chanvre à quatre brins, fortement battus et peu rouis; on leur donne une plus grande durée en les faisant bouillir dans de l'huile avant toute espèce de service. Cette amélioration importante fut introduite pour la première fois dans la manufacture de Bordeaux.

La pâte se trouve souvent raffermie sur les parois des sacs, et

très-molle encore dans le milieu des sacs; en la pétrissant de nouveau, on mêle ces pâtes de consistances différentes pour en faire des masses de consistance convenable.

Nous terminerons ce que nous venons de dire au sujet du raffermissement des pâtes, en ajoutant d'après l'expérience de quelques manufactures de porcelaine, que généralement, à composition identique, la pâte pressée acquiert plus de plasticité que les pâtes raffermies par ébullition; mais cette méthode est dispendieuse à cause des sacs dont le renouvellement est assez fréquent, un sac ne pouvant guère être soumis plus de trois cents fois à l'action de la presse.

La pâte amenée par les divers moyens que nous venons d'indiquer au degré de consistance convenable pour être travaillée, doit être encore pétrie, battue, maniée, etc., pour acquérir l'homogénéité voulue, pour donner une masse se travaillant avec succès, c'est-à-dire pour éloigner les chances de rebut résultant de gauchissement, de fentes, de trous, etc.



QUINZIÈME LEÇON.

TECHNOLOGIE CÉRAMIQUE.

Pétrissage des pâtes. — Marchage, battage à la main, battage mécanique, coupage, tines à malaxer. — Ancienneté et pourriture des pâtes. — Façonnage, ébauchage à la main, au colombin ou à la balle, au ballon et sur le tour. — Tour, tournage. — Moulage; modèle; moule. — Moulage des pâtes sèches et pulvérulentes, des pâtes molles, à la balle, à la croûte, à la housse; moulage des pâtes liquides, coulage, calibrage. — Démoulage.

PRÉPARATION DES PATES.

PÉTRISSAGE DES PATES.

On donne le nom de *pétrissage* à l'opération par laquelle on rend les pâtes homogènes dans tout leur ensemble; le succès de toutes les pièces et de toutes les fabrications dans lesquelles la pâte doit présenter une texture fine est attaché, sans contredit, à cette opération.

Lorsque la fabrication doit être soignée, la masse de pâte doit présenter une homogénéité complète de composition et de densité; il faut que les mouvements qui s'opèrent dans les pièces, à l'intérieur comme à l'extérieur, pendant la dessiccation, comme pendant la cuisson, se fassent avec la plus grande régularité.

Marchage. — En tête des moyens les plus simples de pétrissage, il faut placer le *marchage*, opération à laquelle presque toutes les pâtes sont soumises, depuis celles des poteries les plus grossières, jusqu'à la pâte de porcelaine.

Cette opération consiste à placer la pâte sur une aire en pierre, quelquefois en bois, sous forme d'un cercle plein, à l'épaisseur de 3 décimètres environ. L'ouvrier marcheur la pétrit, avec les pieds, en marchant alternativement du centre à la circonférence et de la circonférence au centre. La pâte, relevée à la pelle, est mise sous forme de ballons du poids d'à peu près 25 kilogrammes.

Tantôt la pâte est immédiatement employée comme dans les fabriques de briques, de tuiles, de poteries communes: tantôt, après avoir été façonnée par *ébauchage*, elle est mise en réserve, soit dans des fosses, soit dans des bâches, soit dans des caves, pour y acquérir les qualités qui paraissent résulter de l'ancienneté.

Pour les fabrications plus soignées que celles que nous venons de citer, on augmente les qualités des pâtes en les soumettant aux opérations du battage et du coupage.

On peut battre la pâte soit avec les forces seules des muscles, soit à l'aide de machines de diverses espèces.

Battage a la main. — Dans le plus grand nombre de cas, au moins pour les fabriques qui n'emploient pas des quantités très-considérables de pâte, l'ouvrier roule la pâte qu'il veut préparer avec ses mains et ses bras, il la comprime pour en extraire l'air qu'elle peut contenir, il la sépare en petites masses ou ballons qu'il lance contre la table en les soumettant de la sorte à des percussions violentes. Cette opération est suffisamment prolongée, lorsque la cassure ne laisse apercevoir aucune *soufflure*, en examinant chacune de ces balles, après les avoir divisées; les bulles qui les forment occasionneraient des rebuts.

Battage mécanique. — Lorsqu'on a beaucoup de pâte à pétrir, il faut avoir recours à des moyens beaucoup plus énergiques, au moins pour commencer ce pétrissage.

Battes de bois. — On peut faire usage, à cet effet, de battes de bois solidement fixées après un arbre et mues par des machines.

Pilons d'un bocard. — Les pilons d'un bocard peuvent donner des résultats avantageux, surtout lorsqu'on les fait agir sur un couvercle s'ajustant comme un piston dans la boîte qui contient la pâte.

L'effet du battage peut être remplacé par une compression obtenue soit à l'aide de laminoirs faisant prendre à la pâte la forme de feuilles d'une épaisseur voulue suivant le genre de travail auquel on la destine, soit à l'aide de lourds cylindres en fonte qui n'agissent que par leur poids et qui compriment la feuille de pâte sur laquelle ils roulent.

Coupage. — L'opération désignée sous le nom de *coupage* a pour but de bien mêler, en les déplaçant complétement, les diverses masses qui composent le ballon; elle permet de découvrir les soufflures: on la pratique d'ordinaire à l'aide d'un fil de laiton; on re-

tourne les parties séparées qu'on ressoude sur elles-mêmes en évitant de faire la réunion par les parties séparées; le coupage accompagne généralement le *battage*; on alterne et modifie ces deux opérations qui se trouvent réunies dans le jeu d'un mécanisme que nous connaissons et que nous avons appelé *tine à malaxer*.

Tines a malaxer. — Le but de ces appareils est multiple; ils fonctionnent, à la fois, comme mécanismes marcheurs, coupeurs et mélangeurs. Ils préparent d'une manière très-convenable les pâtes grossières avec lesquelles on fabrique les gazettes, les briques, les tuiles, les grès et les faïences; mais on ne les a pas encore employés, jusqu'à ce jour, au battage des pâtes de porcelaine, sans doute à cause des armatures métalliques qui se trouvent en contact immédiat avec la pâte, et qui ne manqueraient pas d'introduire un élément coloré nuisible à la blancheur du produit.

Pour cette sorte de pâtes, l'homogénéité des masses qu'on cherche à développer par les opérations que nous venons d'énumérer est atteinte par l'opération de l'ébauchage sur le tour, qui consiste à façonner des cylindres grossiers, pleins ou creux, qu'on réduit ensuite en copeaux, auxquels on donne le nom de *tournassures*. Le mélange de ces tournassures constitue des pâtes présentant toutes les meilleures qualités, comme facilité de travail, régularité de cuisson, etc. On ajoute encore aux qualités que les pâtes céramiques semblent tenir de l'homogénéité de leurs parties par un moyen détourné. Les fabricants admettent généralement que les pâtes anciennes se travaillent mieux que les pâtes nouvelles, qu'elles se gauchissent et se fendent beaucoup moins, soit en séchant, soit en cuisant.

On s'accorde à reconnaître que les argiles et les marnes lavées et destinées à la fabrication des faïences sont d'un meilleur usage lorsqu'on les abandonne, pendant plusieurs années, dans les fosses exposées aux intempéries de l'air, à la gelée, etc. Les Chinois conservent, dit-on, leurs pâtes pendant cent ans avant de les travailler; on admet en Allemagne, en France, en Angleterre, l'influence de la conservation des pâtes pendant plusieurs années sur l'économie de la fabrication; mais il serait difficile de citer à l'appui de cette opinion des expériences précises faites avec assez de soin et répétées un assez grand nombre de fois pour la faire considérer comme entièrement exacte.

Tous les résultats obtenus dans le but de constater l'influence que l'âge d'une pâte exerce sur ses qualités, sont modifiés par des circonstances dont on ne s'est pas préservé, et qui ont une action efficace. C'est ainsi qu'on laissait la pâte se pourrir en même temps que vieillir; c'est ainsi qu'on la mélangeait, avant de l'employer, avec des tournassures qui représentent, en définitive, de la pâte pétrie, maniée et remaniée, c'est-à-dire de la pâte dans les conditions les plus avantageuses d'une grande facilité de travail, de chances de succès presque certain.

Pourriture des pates. — On a remarqué que les pâtes, quelle que soit leur nature, abreuvées d'humidité, réunies en masses assez volumineuses pour que l'action de l'air ne s'étende pas jusque vers leur centre, prennent une couleur d'abord grisâtre, puis ensuite entièrement noirâtre; elles répandent une odeur prononcée d'hydrogène sulfuré; elles conservent ces deux propriétés tant qu'elles contiennent de l'eau, tant qu'elles sont abritées de l'action directe de l'air par une écorce assez épaisse. Cette coloration de la pâte est d'autant plus prompte et d'autant plus prononcée que les eaux dont la pâte est abreuvée se trouvent être moins pures. Mais la coloration noire disparaît à l'air; il se dégage de l'acide carbonique, et la liqueur qu'on obtient par le lavage de la pâte renferme de l'oxyde de fer à l'état soluble.

Or, la retraite des pâtes pourries étant moins grande que celle des pâtes neuves, les défauts que présentent ces dernières, c'est-à-dire les *cloques*, les *fentes*, diminuent dans les pâtes qui ont subi la putréfaction; on a cherché les moyens d'accélérer la pourriture dans les pâtes nouvellement composées. Les eaux marécageuses, les eaux de fumier la développent en raison de l'espèce de fermentation qui s'y établit. Les garnisseurs font pourrir la pâte qui leur sert à faire leurs collages. M. Brongniart expliquait ainsi l'influence de la pourriture sur les pâtes neuves. « Je soupçonne que l'espèce de fermentation qui résulte, dans les masses de pâte, de la putréfaction des matières organiques contenues dans les eaux, produit un dégagement de gaz qui communique à toutes les parties de la masse un mouvement non interrompu, équivaut aux pétrissage, malaxage, coupage, etc., plusieurs fois répétés, et qui même les surpasse peut-être en agissant jusque sur les molécules les plus ténues, n'en laissant, pour ainsi dire, aucune

en une même place; tandis que dans une pâte simplement mouillée, qui n'éprouve aucune fermentation putride, les parties étant immobiles, ne se présentant pas les unes aux autres sous une multitude de faces, n'arrivent pas à cette réunion presque mécanique qui leur donne le degré de plasticité favorable à la facilité du travail, au succès des opérations de façonnage et de cuisson. »

Les causes qui déterminent l'amélioration résultant pour les pâtes céramiques de la pourriture et de l'ancienneté sont encore tellement obscures, qu'on n'a présenté jusqu'à ce jour, pour en expliquer l'influence, que des hypothèses. Une pareille étude est difficile, et, pour être traitée convenablement et par l'expérience, elle exige un temps qui manque en général aux manufacturiers; l'interprétation que je propose, si l'analyse venait me donner raison, me semble de nature à jeter un grand jour sur cette question; elle est purement hypothétique quant à présent, mais elle est si simple, elle rend si bien compte de tous les faits observés, qu'elle me paraît excessivement probable.

L'eau pure n'est nullement apte à communiquer aux pâtes céramiques les bonnes qualités qu'elles tirent de la pourriture; mais l'eau chargée de matières en putréfaction peut au contraire, dans certaines conditions, toutefois mal définies, les développer d'une manière notable. On s'accorde à reconnaître que, dans l'acte de la pourriture *utile*, il se développe une quantité très-sensible d'hydrogène sulfuré. Ce gaz prenant naissance très-vraisemblablement par suite de la transformation du sulfate de chaux en sulfure de calcium sous l'influence de certaines matières organiques, se dégage quand ce sulfure se trouve en contact avec l'acide carbonique de l'air. La coloration de la pâte en noir, son blanchiment à l'air libre s'expliquent facilement par la formation, que l'expérience m'a permis de saisir, du sulfure de fer noir, brûlant à l'air libre et s'échappant avec les eaux de lavage à l'état de sulfate de fer incolore.

Or on sait que, dans certaines localités, cette réaction du sulfate de chaux sur les matières organiques, qui donne naissance à des dégagements considérables d'hydrogène sulfuré (eaux sulfureuses d'Aix en Savoie), se trouve accompagnée de l'apparition d'une substance particulière glaireuse. Ne peut-on pas supposer que cette matière devient alors la cause de la plus grande plasti-

cité que prend la pâte dans les circonstances de pourriture? On n'ignore pas d'ailleurs qu'on donne à certaines pâtes une plasticité, que je nomme *artificielle*, par l'introduction de plusieurs mélanges.

Quant à l'ancienneté, nous avons annoncé, M. Ebelmen et moi, dans notre travail sur les matières employées en Chine à la fabrication de la porcelaine dure, qu'un long séjour des pâtes sous l'eau pouvait bien déterminer la décomposition d'une partie de l'élément feldspathique qu'elles renferment. Nous avons trouvé en effet, par des analyses précises, que les pâtes de la Chine paraissent être composées de 1 partie de kaolin pour 1 partie de pétrosilex, tandis que tous les documents synthétiques les plus dignes de foi s'accordent à donner 2 parties de pétrosilex pour 1 de kaolin. L'altération du feldspath suivie d'une dissolution d'une certaine quantité de potasse fournit une nouvelle proportion de l'élément plastique; cette décomposition peut être d'ailleurs facilement admise; car dans l'acte de la végétation, les roches granitiques fournissent aux plantes, assez rapidement encore, les alcalis que nécessite leur développement. La transformation kaolinique doit être, en outre, sollicitée par le jeu des décompositions particulières dans lesquelles la pourriture prend son origine, et nous avons déjà dit que l'action prolongée de l'eau sur les silicates alcalins devait avoir pour résultat forcé la formation d'un silicate d'alumine privé de silicates alcalins.

FAÇONNAGE DES PATES.

Les pâtes pétries et malaxées, pourries même lorsqu'on juge que cette dernière opération devient utile à l'économie de la fabrication, sont amenées dans des ateliers spéciaux dans lesquels on leur donne la forme que le consommateur réclame.

Nous diviserons en deux classes les divers procédés de façonnage destinés à donner aux pâtes les dimensions variées que le commerce nous met sous les yeux : les uns ont pour but d'ébaucher les pièces; les autres de les terminer. Il est certaines fabrications grossières qui ne comporteraient pas les dépenses qu'on ajouterait à l'ébauche; il est aussi des moyens d'ébauche assez parfaits pour donner presque immédiatement, et de premier jet en quelque sorte, des pièces terminées. Cependant, à titre

général, nous croyons pouvoir maintenir la première classification que nous venons de présenter comme s'appliquant à la majeure partie des fabrications.

Les procédés d'ébauchage comprendront :

1°. L'ébauchage à la main, au colombin ou à la balle;

2°. L'ébauchage au ballon et sur le tour;

3°. Le moulage, comprenant le calibrage et le coulage.

Les procédés à l'aide desquels on pourra terminer les pièces sont ou peuvent être réunis sous le terme générique de l'achevage, qui comprend plusieurs opérations distinctes, savoir :

1°. Le tournassage, comprenant le guillochage et le gaudronnage;

2°. Le réparage, comprenant le sculptage et l'évidage;

3°. Le molletage et l'estampage;

4°. L'applicage et le collage;

Lorsque les pièces ne peuvent être, par suite de leur forme ou de leur nature, obtenues d'un seul morceau, le fabricant les façonne par ébauche et réparage distincts; on réunit ensuite ces parties. Nous étudierons, sous le nom de *garnissage*, toutes les opérations qui ont pour but de compléter les pièces d'une forme donnée. Ces opérations consistent généralement dans les procédés de réunion, soit par application, soit par collage, suivant la nature des parties à réunir.

Le façonnage des pièces, c'est-à-dire l'art de façonner sur toutes sortes de poteries avec la pâte composée d'une manière convenable, se compose de principes généraux, applicables à toutes les natures de pâtes; nous allons les étudier actuellement.

FAÇONNAGE DES PÂTES CÉRAMIQUES.

Nous venons de dire que l'ébauchage des pièces pouvait se faire soit à la main, soit sur le tour, soit par calibrage, soit par moulage. Passons en revue ces divers procédés pour étudier les conditions de forme dans lesquelles il convient de les employer, les circonstances de fabrication qui peuvent les faire rejeter.

ÉBAUCHAGE A LA MAIN.

La plasticité de la plupart des pâtes céramiques, c'est-à-dire la propriété qu'elles ont de recevoir et de conserver les formes qu'on leur donne en les comprimant, peut être immédiatement mise à

profit. L'ébauchage à la main a dû se présenter aux potiers comme la première méthode de façonnage qu'ils aient employée.

Les sculpteurs ébauchant avec les mains la *terre glaise* des figurines, des bas-reliefs, des vases, exercent cette sorte de procédé, qu'ils peuvent rendre très-précieux; car, à l'aide d'un réparage soigné, au moyen d'outils qu'ils nomment *ébauchoirs*, ils atteignent une perfection d'autant plus estimée qu'elle conserve l'esprit de la touche de l'artiste. La plastique fait surtout usage de cette sorte d'ébauchage.

Les ouvriers qu'on appelle *terriniers*, chargés d'établir ces sortes de figures décoratives qu'on plaçait autrefois au-dessus des poêles, élevaient ces objets sans le secours de moule par le simple procédé de l'ébauchage à la main.

Nous devons encore rapporter à cette sorte de façonnage l'ébauchage d'une foule de pièces dont la dimension est telle, qu'on ne pourrait les ébaucher sur un tour proprement dit. Les grandes jarres que fabriquent tous les peuples méridionaux se forment au moyen de *colombins* ou *boudins* de pâte, c'est-à-dire de longs cylindres que l'ouvrier place les uns sur les autres en les liant avec la main et les doigts. Cette sorte d'ébauchage n'est pas restreinte au façonnage des grandes pièces. Les peuples qui sont encore dans l'enfance des arts céramiques, font presque toutes les pièces rondes par une méthode analogue; car elle consiste à donner plus ou moins grossièrement la forme qu'on veut obtenïr au moyen de petits colombins ou de petits ballons de pâte qu'on relie au moyen d'un appui de bois qui remplace le secours de l'estèque du tourneur, mais sans moule, sans tour et sans tournette. Lorsque la pièce à façonner est étroite, on remplace l'usage des mains et des doigts par une sorte de petite spatule.

Après avoir formé le plateau qui doit servir de fond et l'avoir laissé se raffermir, l'ouvrier forme les parois par le moyen des colombins, qu'il courbe circulairement et qu'il applique successivement les uns sur les autres, jusqu'à ce qu'il ait atteïnt l'ouverture; il les comprime avec les mains, tant intérieurement qu'extérieurement, en donnant aux parois une épaisseur parfaitement égale; il travaille toujours en dehors; mais pour égaliser l'intérieur et façonner la partie supérieure, il s'élève sur une espèce d'échafaud à mesure que la pièce prend de la hauteur. Il attend ordi-

nairement que la partie qu'il a élevée soit assez raffermie pour supporter, sans affaissement, le poids d'une autre zone.

Si la pièce est très-haute, on soutient extérieurement le ventre pour lui donner la force de porter, sans s'écarter ni s'affaisser, les colombins dont il doit être chargé; on l'entoure de paillassons que l'on soutient tantôt avec des étais en bois qui portent obliquement sur le sol, tantôt avec des cordes de sparterie dont on les entoure. On a le soin d'entretenir humides les bords supérieurs devant être soudés aux colombins qui permettent de continuer le façonnage; à cet effet, on les couvre de linges mouillés ou de feuilles fraîches.

L'épaisseur des parois est proportionnelle à la dimension des jarres; en général, les parois sont plus épaisses vers le bas des pièces que vers le haut; elles vont en s'amincissant à mesure qu'elles approchent de l'ouverture de la pièce.

On fait par ce procédé des jarres qui ont jusqu'à $3^{m},08$ de hauteur, sur $1^{m},06$ de diamètre à la panse, d'une contenance d'environ 42 hectolitres.

ÉBAUCHAGE SUR LE TOUR. — TOURNAGE.

Dans les pays où les arts céramiques sont avancés, dans ceux où le tour est connu, pour les pièces dont la dimension n'est pas très-considérable et dont les surfaces intérieures sont, de même que les surfaces extérieures, des *surfaces de révolution*, l'ébauchage sur le tour est employé de préférence à l'ébauchage à la main; on appelle surfaces de révolution celles qui sont engendrées par une ligne droite ou courbe, plane ou à double courbure tournant autour d'un axe fixe. Le tour permet d'obtenir ces formes avec une grande célérité, un succès à peu près certain, une économie notable.

Tour. — Le tour des potiers offre, dans sa simplicité primitive, un des instruments les plus anciens de l'industrie humaine; connu de toute antiquité des Chinois, il l'était des Égyptiens près de deux mille ans avant Jésus-Christ. On attribue à Talus, qui vivait vers 1200 avant l'ère chrétienne, l'introduction du tour en Europe par la Grèce. On croit que le Scythe Anacharsis perfectionna cet instrument, que quelques auteurs regardent comme importé par les Pélasges et les Scythes de la Bactriane. Les poteries grecques

d'Egine, de Samos, de la Grande Grèce, de l'Italie méridionale, de l'Espagne et du nord de l'Afrique, celles de l'empire romain, quelque anciennes qu'elles soient, montrent des traces évidentes du tour au moyen duquel elles ont été façonnées. Dans le nord et l'ouest de l'Europe, on ne trouve de traces de cet instrument que sur les pièces de petite dimension; car les jattes, les cuviers, les amphores n'ont été faites que par le procédé des colombins, sur lequel nous venons d'insister. Il est à présumer que le tour était inconnu dans les deux Amériques, car aucune des pièces provenant des indigènes de ces pays, Caraïbes, Mexicains, Chiliens, Péruviens, n'indique l'usage du tour à potier.

Le tour simple, en prenant pour exemple le tour du potier de terre commune, se compose d'un axe vertical surmonté d'un plateau sur lequel on ébauche la pièce, et d'une roue mise en mouvement tantôt avec le pied, tantôt au moyen d'un bâton que l'ouvrier tient à la main, tantôt avec une manivelle que des enfants ou des femmes mettent en mouvement. Dans la fabrication de la porcelaine, le tour qu'on peut regarder comme bien perfectionné se met en mouvement par le pied de l'ouvrier; le plateau qu'il fait tourner remplit en même temps l'office de *volant*.

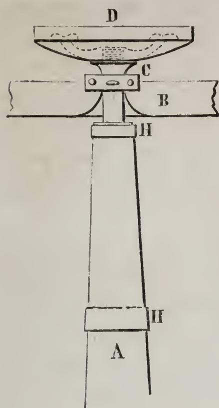
Dans quelques fabrications grossières où la roue du tour est une vieille roue de voiture, c'est à l'aide d'un bâton que le mouvement est imprimé. Lorsque la fabrication a pour objet des pièces ou plus parfaites ou plus grandes, il convient d'ajouter au tour une plus grande force, quoiqu'il conserve le caractère des roues à jantes et à rayons.

Lorsque l'ouvrier doit exécuter de grandes pièces, et qu'il n'a plus la force de mettre en mouvement, simplement avec son pied, la roue massive de son tour, on fait tourner tout le système par un autre ouvrier à l'aide d'une manivelle ou de tout autre moyen mécanique.

Dans plusieurs manufactures de porcelaine, un moteur puissant (machine à vapeur, cours d'eau, manége) fait mouvoir simultanément tous les tours d'un même atelier; il faut, toutefois, ménager à chaque tourneur la possibilité de ralentir ou d'accélérer, d'arrêter même le mouvement de son tour sans gêner en rien le travail de ceux qui façonnent à ses côtés. On y arrive au moyen de freins qui sont placés à proximité de chaque tour et qui permet-

tent de régler le mouvement des arbres indépendamment les uns des autres.

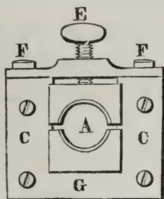
Fig. 128.



Dans le tour à porcelaine (*fig.* 128), l'arbre en fer A est engagé dans une fusée de bois qui reçoit le plateau inférieur qui sert de roue. Une traverse B fixe cet axe dans une position verticale au moyen d'un collier C; la tête du tour D, qu'on appelle *girelle*, reçoit les ballons à façonner ou le rondeau sur lequel les pâtes sont ébauchées. L'axe est vissé sur une armature de fer sur laquelle on a coulé du plâtre pour former la girelle.

On se fait une idée bien exacte du collier (*fig.* 129), qu'on peut enlever à volonté : une vis E, engagée dans un écrou fixé par les boulons F, serre à volonté les coussinets G qui maintiennent l'arbre A. La fusée de bois est consolidée par des frettes de fer H, H (*fig.* 128). La partie inférieure de l'arbre tourne dans une crapaudine en bronze (*fig.* 130) clouée par deux pattes C.

Fig. 129.



Dans le tour du fabricant de grès cérame (*fig.* 131), la girelle A se trouve fixée solidement sur un moyeu B en chêne, consolidé par des frettes en fer; le moyeu en chêne sert d'attache à des rayons C, C qui soutiennent une roue D faisant fonction de volant.

Fig. 130.

Le moyeu est creux (*fig.* 132); il reçoit dans sa cavité l'arbre du tour E dont l'extrémité supérieure se termine par une crapaudine en bronze dans laquelle tourne un pivot solidement engagé dans la tête du moyeu; l'épaulement E résiste au frottement de la partie inférieure de l'axe. La planche F (*fig.* 131) est le siége du tourneur.

Quelles que soient la disposition du tour et la manière dont on le met en mouvement, la girelle est ordinairement entourée de planches, sur lesquelles le tourneur dépose les pièces qu'il a fabriquées, ainsi que les outils dont il a besoin.

S'il ne met pas lui-même son tour en mouvement, si son tour

Fig. 131.

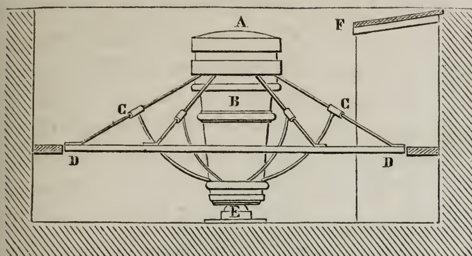
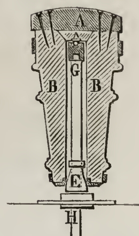
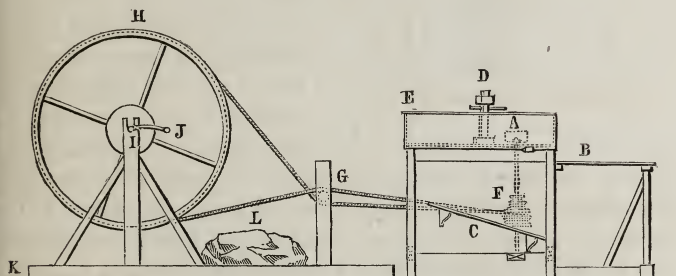


Fig. 132.



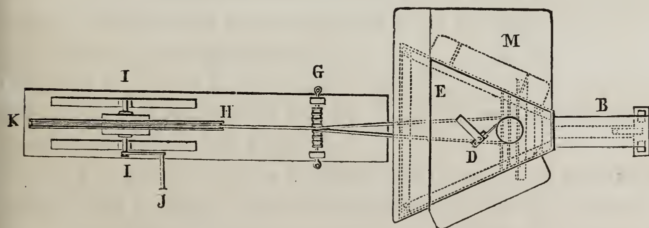
reçoit le mouvement d'une manivelle qu'un enfant fait tourner, l'ensemble du tour offre les dispositions suivantes, que nous re-

Fig. 133.



présenterons en élévation (*fig.* 133), en plan (*fig.* 134), avec quelques détails (*fig.* 135).

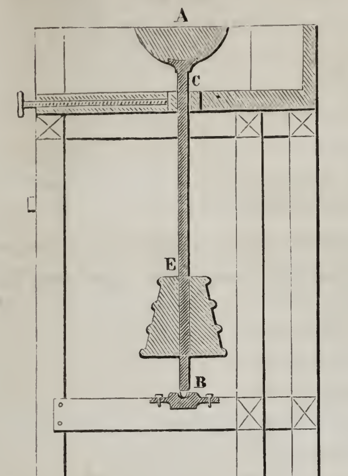
Fig. 134.



L'axe du tour A est une simple barre de fer qui passe entre les jambes de l'ouvrier assis sur une planchette B et qui a les pieds

posés sur les pièces de bois CC; le porte-mesure D est placé sur le fond du coffre E qui sert de table et que traverse l'axe du tour; la girelle est, dans ce cas, à peu près à la hauteur des genoux du tourneur; cette disposition est ordinaire aux tourneurs de terre de pipe ou de poterie anglaise. Une corde enroulée sur des poulies de diamètre différent G, F, fixées sur l'arbre, permet de faire tourner l'axe avec une rapidité plus ou moins grande; la corde se croise en G dans des gorges de poulies afin de changer le mouvement vertical de la roue en mouvement horizontal et s'enroule sur la roue motrice H tournant elle-même autour de son arbre dans des tourillons I, I, et recevant le mouvement d'une manivelle J. La roue est maintenue sur un châssis K qui peut s'éloigner ou se rapprocher du tour et qu'on charge au moyen de pierres L. Une tablette M surmonte le coffre du tour et sert à soutenir la planche sur laquelle le tourneur place les pièces aussitôt qu'il les a détachées de la girelle de son tour.

Fig. 135.



On peut suivre (*fig.* 135) les détails du tour proprement dit.

La girelle A repose sur l'arbre en fer qui pivote par le bas dans la crapaudine B, et par le haut dans les coussinets C, C.

Dans la disposition particulière que nous avons choisie, l'un des coussinets reçoit la pression d'une longue tige à oreille D (*fig.* 136) dont la vis s'engage dans un écrou qui fait partie des montants verticaux du bâti du tour, ou qui est boulonné sur ces montants. La tige D traverse alors l'épaisseur de la planche qui renferme le coffre du tourneur.

Fig. 136.



Fig. 137.



La crapaudine D (*fig.* 137) est solidement fixée sur les traverses du bâti du tour par quatre clous ou quatre

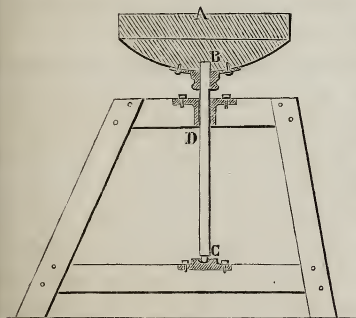
boulons; ces derniers valent mieux que les clous qu'il est souvent difficile d'arracher quand on veut remplacer la crapaudine.

Dans la fabrication des poteries communes, cette crapaudine est faite simplement avec un silex légèrement concave dans la cavité duquel repose l'extrémité de l'arbre du tour. On gâche, pour la sceller sur le carreau, deux poignées de bon plâtre; on l'applique sur le carrelage, on pose dessus le *caillou* dont le centre doit être réglé de manière à correspondre à l'axe passant par le centre des coussinets; on doit vérifier, au moyen d'un fil à plomb, si le silex est bien à sa place avant que le plâtre ait durci.

Souvent le tour est fixé, d'une manière très-solide, à la place que le tourneur occupe; mais il y a quelques avantages à donner au tour assez de base pour qu'il soit solidement établi quoique mobile; on peut adopter aussi toute autre disposition que celles que nous avons déjà mentionnées pour réunir l'arbre et la girelle; cette dernière partie est quelquefois en bois légèrement arrondi sous forme de goutte de suif; d'autres fois elle est en plâtre et parfaitement plane.

On voit (*fig.* 138) un tour mobile à girelle en bois. Sur la tête du tour A on a cloué l'armature en fer B qui réunit l'arbre et la girelle au moyen d'un pas de vis et d'un écrou. L'arbre est supporté par une crapaudine C, soit à deux oreilles (*fig.* 130), soit à quatre boulons (*fig.* 137). Cette crapaudine est fixée sur les traverses qui consolident le bâti triangulaire à trois pieds formant l'ensemble du tour. L'arbre est tourné; il s'engage dans l'espace réservé par deux coussinets D, qu'on rapproche à volonté par l'intermédiaire d'un pas de vis.

Fig. 138.

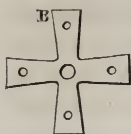


L'armature de fer B qui réunit l'arbre et la girelle du tour est vue en dessous (*fig.* 139).

En Chine, la disposition des tours est différente; l'axe du tour est vertical et fixé sur une roue dentée qu'un enfant fait tourner à la main en chassant les dents dans un même sens. Quelquefois,

l'enfant debout fait tourner la roue avec les pieds, en se tenant suspendu par une corde qui pend du plafond; souvent enfin c'est au moyen d'un bâton que le tourneur fait mouvoir son tour. Dans quelques circonstances, enfin, la roue du tour entraîne l'axe dans un mouvement de rotation circulaire alternatif qu'elle reçoit d'une corde enroulée sur son épaisseur, et qu'un enfant tire tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre.

Fig. 139.

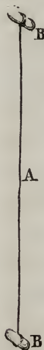


Tournage proprement dit. — Nous supposerons que le tourneur reçoit sa pâte bien broyée, bien malaxée et dans l'état convenable pour une bonne fabrication; la pâte est livrée sous forme de *ballons* de grosseurs variables pesant environ 20 à 25 kilogrammes.

Ballons. — Les ballons sont des masses de terre que le marcheur façonne à la main sous forme de gros cylindres ou de carrés longs : après avoir bien battu, divisé, soudé ces ballons, après les avoir coupés et recoupés avec le *fil de laiton* pour s'assurer qu'il n'y a plus ni bulles, ni corps solides étrangers qui souillent la pâte, il prépare les *balles.*

Fil de laiton. — Le fil de laiton (*fig.* 140) est un fil A enroulé par ses deux extrémités sur deux petits bouts de bois B, et dont le potier se sert comme d'un couteau pour séparer la pâte avec une grande netteté.

Fig. 140.

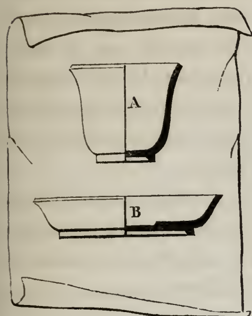


Balles. — Les balles sont des masses de pâte provenant de la division des ballons, d'un volume convenable pour le façonnage de chacune des pièces que le tourneur doit produire. Avant de fixer la grosseur des balles, le tourneur doit ébaucher une pièce afin d'en mieux préciser le volume. A cet effet, il forme une balle comme il lui semble convenable; il en ébauche une pièce semblable au modèle qu'on lui donne; il en prend la hauteur et la largeur avec un compas, en donnant à la pièce qu'il fait des dimensions augmentées du retrait que la terre doit avoir étant cuite. Ce retrait est variable avec la nature de la pâte; il varie généralement entre les limites de seizième à dix-neuvième.

Trait. — Dans les fabriques bien établies, on évite cette recherche en donnant au tourneur le trait exact, augmenté de la retraite, suivant lequel il doit ébaucher la pièce. Dans les fabriques

de porcelaine ce trait indique non-seulement le profil de la pièce, mais encore l'épaisseur rendue visible au moyen d'une coupe (*fig.* 141). A est le trait d'une tasse tournée, B celui de sa soucoupe : la partie faite à l'encre de Chine indique exactement l'épaisseur de la pièce.

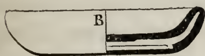
Fig. 141.



L'ébauche de la soucoupe est représentée (*fig.* 142) en coupe B.

Porte-mesure. — Pour hâter son travail, le tourneur dispose sur la table de son tour, à portée de sa main, vis-à-vis de la girelle, le porte-mesure ou chandelier de jauge, qui lui permettra de façonner toutes ses pièces sous le même volume, avec les mêmes dimensions.

Fig. 142.

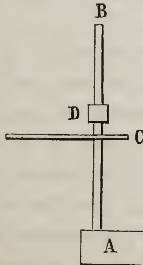


Ce chandelier de jauge est variable dans sa forme avec chaque fabrication, avec les habitudes du tourneur. Pour le façonnage des poteries communes, il consiste en deux petits morceaux de baleine horizontaux appliqués avec de la pâte molle contre une petite colonne de bois. De ces deux morceaux de baleine, rendus flexibles par les extrémités qui touchent à la pièce, l'un est placé vers le bas, il désigne la largeur; l'autre vers la partie supérieure, il marque la hauteur.

Fig. 143.



Fig. 144.



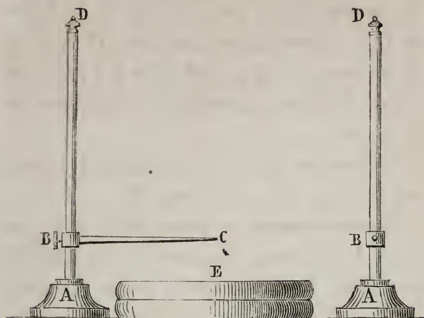
Quelquefois, le porte-mesure est formé (*fig.* 143 et 144) d'un socle A, soit carré, soit elliptique, servant de support à la tringle B, présentant une rainure dans laquelle peut glisser une tringlette de bois C qu'on fixe à la hauteur voulue par une petite virole D.

La hauteur à laquelle la tringlette est fixée (*fig.* 144) donne la hauteur de la pièce.

Le chandelier de jauge se présente quelquefois encore sous forme d'un socle A métallique (*fig.* 145), au centre duquel est fixée la colonnette sur laquelle agit par pression une virole B qui maintient à la hauteur voulue la tige C glissant sur la colonnette D.

Mais le socle A, qui doit avoir une certaine embase, gêne l'approche de la pièce; il est indispensable alors de placer un ou deux supports E sur lesquels on fait glisser les pièces pour vérifier leur hauteur.

Fig. 145



Lorsque la pièce d'essai qui sert à déterminer le volume de la balle se trouve terminée, le tourneur la détache de la girelle par le moyen du fil de laiton; il la détruit et la roule dans ses mains pour en former une sphère plus ou moins régulière et d'un volume convenable, puisqu'elle provient de la pièce ébauchée : c'est cette *balle* qui sert de modèle pour diviser le ballon; les balles sont mises les unes à côté des autres en tas sur la table du tour.

Pour obtenir une plus grande régularité dans la fabrication, tout en ne perdant rien de la rapidité, on fait peser les balles par un enfant qui les ramène, au moyen d'une petite balance, au poids de la première balle provenant de la pièce d'essai. Toutes les pièces ont une épaisseur voulue; car les poids sont proportionnels aux volumes, et les volumes sont réglés, quant à la largeur et la hauteur, par le porte-mesure.

Lorsque l'ouvrier trouve sur sa table les balles du volume convenable pour la pièce qu'on lui demande, il en prend une qu'il jette avec assez de force sur la girelle de son tour et dans l'axe, il la fixe de la main gauche, tandis que de la main droite il trempe ses doigts dans le mélange de pâte et d'eau que l'on nomme *barbotine;* c'est de la pâte réduite en consistance de bouillie épaisse. Il presse la balle (*fig.* 146) avec les deux mains de manière à lui faire prendre la forme (*fig.* 147); il l'aplatit ensuite avant de la percer, et répète ce mouvement plusieurs fois en tenant ses mains constamment mouillées avec de la barbotine. En enfonçant le pouce dans le milieu de la balle, il la perce pour faire une pièce creuse, et pinçant la pâte molle entre les doigts et la main, il élargit en

élevant la masse pour la rapprocher plus ou moins de la forme

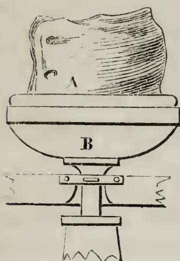


Fig. 146.

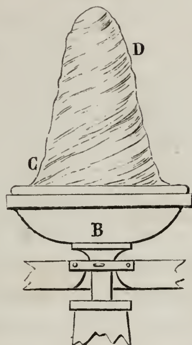


Fig. 147.

qu'elle doit conserver. Souvent la pièce est ébauchée directement sur la girelle qui est en bois. Souvent aussi l'ébauche se fait sur un rondeau de plâtre que le tourneur scelle sur la girelle au moyen d'un peu de barbotine.

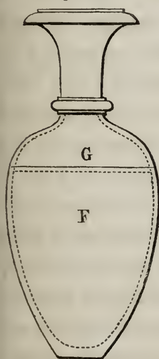


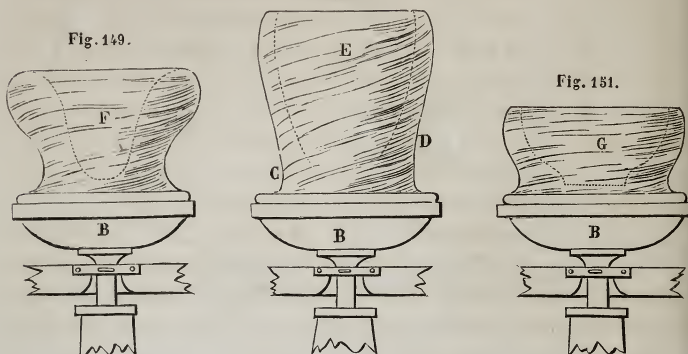
Fig. 148.

Les petites pièces sont ébauchées simplement avec les doigts, soit d'une main, soit des deux mains. Pour les grandes pièces, on oppose les mains et les poignets; on se sert d'une éponge qui n'a d'autre but que d'étendre en quelque sorte la surface des doigts. Les pièces fermées, comme les vases (*fig.* 148), sont ébauchées en deux ou plusieurs parties, puis réunies par un collage convenable; le vase que nous prenons comme exemple se composerait d'un culot F et d'un collet G.

On peut suivre (*fig.* 149 et 150) les diverses formes par lesquelles passe l'ébauche du culot du vase qu'on établit en deux parties F et G. B représente la girelle du tour, sur laquelle on a placé le rondeau. On voit de même en G (*fig.* 151) l'ébauche du collet terminée.

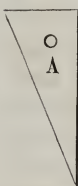
Lorsqu'on ébauche de la porcelaine, ou lorsqu'on désire obtenir des formes délicates, à contours bien vifs et réguliers, on ébauche sous une épaisseur considérable qui souvent ne donne qu'une idée bien imparfaite de la forme que le tourneur a voulu faire, et qu'il

saura retrouver en enlevant toutes les parties superflues qu'il a laissées par nécessité. Mais lorsque la poterie qu'on façonne par



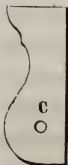
tournage n'a pas une grande valeur, que les contours ne doivent pas être très-nets, l'ébauche approche autant que possible de la forme véritable, et le tourneur la finit en s'aidant d'une sorte d'ébauchoir en bois qu'il nomme *estèque*, et dont il se sert pour unir les surfaces en les amenant aux profils donnés.

Fig 152.



La forme des estèques diffère donc, suivant le type des pièces que l'on ébauche; il y en a de carrées, d'ovales, de triangulaires (*fig.* 152); d'autres (*fig.* 153) sont taillées suivant la ligne génératrice de la surface extérieure ou intérieure de l'objet qu'on façonne. On les fait en métal (fer, acier, cuivre), quelquefois en biscuit de poterie, quelquefois enfin en ardoise. L'estèque présente toujours un trou pratiqué dans l'endroit le plus convenable pour celui qui s'en sert; l'ébaucheur y passe le doigt, en acquérant par là la force nécessaire pour maintenir dans la position voulue l'estèque que la terre grasse dont elle est chargée lubrifie toujours, et qui glisserait dans les mains. Ce trou sert encore à suspendre l'estèque lorsque l'ébaucheur ne s'en sert plus et qu'elle est nettoyée.

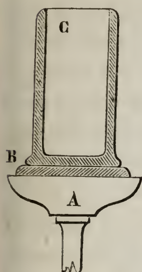
Fig. 153.



Enfin, dans les fabrications grossières, on ne fait pas usage d'estèques; on termine l'ébauche avec les doigts seuls : c'est ainsi, par exemple, qu'on fabrique ces bouteilles destinées à mettre l'encre en réserve.

Après avoir placé sur la girelle du tour A un rondeau B sur lequel on façonne un cylindre C (*fig.* 154), on étrangle en serrant avec les doigts pour former le pied D (*fig.* 155); en élevant la main, on resserre le ventre C, on forme une petite moulure E en préparant le col F (*fig.* 156). On trouve dans la partie supérieure de ce col la pâte suffisante pour former le goulot F avec ses deux moulures (*fig.* 157); on pèse enfin légèrement sur l'épaule de la bouteille pour terminer la forme (*fig.* 158).

Fig. 154.



Mesures. — Indépendamment de l'estèque, le tourneur se sert encore pour ébaucher ses pièces de quelques outils dont nous devons indiquer l'emploi : ce sont des mesures pour établir les profondeurs, et des compas pour fixer

Fig. 155.

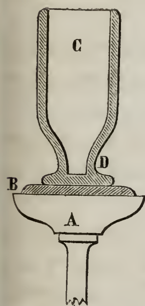


Fig. 156.

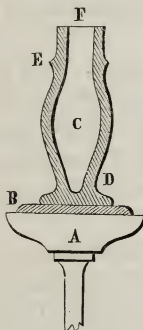


Fig. 157.

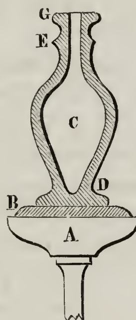
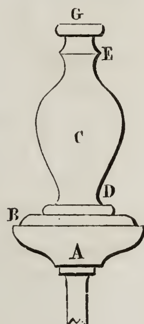


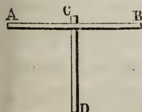
Fig. 158.



les largeurs; on se sert de compas ordinaire, de compas d'épaisseur et de compas d'intérieur; quoique les compas soient d'un usage plus général dans le tournassage, nous les décrirons ici.

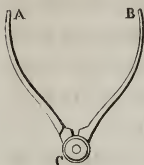
Pour mesurer la profondeur des pièces creuses à l'ébauche, on se sert de baguettes de bois assemblées perpendiculairement (*fig.* 159). AB est une tringlette de bois à plat percée d'un trou dans lequel on engage une tige CD. La même mesure sert pour deux profondeurs, ordinairement pour le creux d'une tasse par exemple, et pour l'évidement du pied de cette même tasse. Lorsqu'on veut vérifier si le creux d'une ébauche est

Fig. 159.



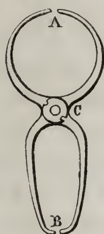
convenablement profond, on dispose sur le trait la barre AB de manière à reposer sur les bords de la tasse; on fait glisser CD dans le trou jusqu'à ce que l'extrémité D coïncide avec la partie la plus creuse de la tasse. L'ébauche sera convenable si la partie D touchant le fond de la cavité, les bords ne touchent pas à la tringlette. La différence de profondeur correspond à ce qu'il faut enlever de l'ébauche pour faire disparaître l'excès d'épaisseur du fond, en supposant le faux bord coupé.

Fig. 160.



Compas. — Le compas ordinaire se compose (*fig.* 160) de deux branches A et B, légèrement courbes, assemblées sur une charnière C; l'écartement des points A et B mesure le diamètre des pièces; en plaçant chacune des pointes du compas entre les deux extrémités du diamètre de l'ébauche, il ne doit y avoir qu'un léger contact si l'ébauche est à sa largeur convenable.

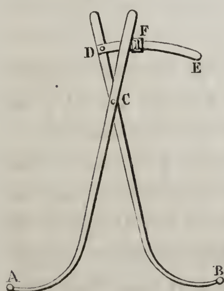
Fig. 161.



Compas d'épaisseur. — Le compas d'épaisseur est formé de deux branches A et B, courbées en S (*fig.* 161), mobiles autour d'une charnière C. L'écartement A est répété en B lorsqu'on met chaque branche en contact avec les surfaces extérieure et intérieure d'une même paroi.

Compas d'intérieur. — Le compas d'intérieur (*fig.* 162) est de même à deux branches A et B, mobiles autour d'une charnière C; sur l'une des branches B se trouve ajustée la tige courbe E au point D, sur laquelle se meut le curseur F.

Fig. 162.



On voit en vue (*fig.* 163), dégagé de la tige, le curseur représenté (*fig.* 164) en coupe.

On comprend qu'il est facile de déterminer si la pièce possède en dedans la largeur voulue. On présente sur le dessin (*fig.* 165) le compas d'intérieur; on écarte les deux branches A et B jusqu'à ce que les petites sphères qui les terminent soient en contact avec les parois de la pièce dans sa plus grande largeur.

On fixe le curseur F en tournant la virole; pour faire pénétrer le compas dans le vase, on le ferme en rapprochant les deux branches mobiles autour de la charnière ; on les ouvre de nouveau quand le compas est dans l'intérieur : la charnière doit être bien placée dans l'axe de la pièce ébauchée.

Fig. 163.

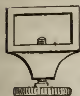
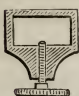
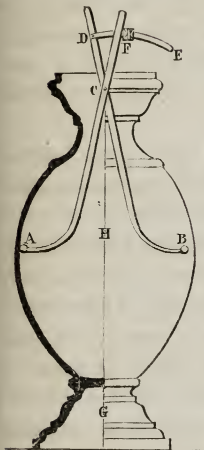


Fig. 164.



L'opération de l'ébauche sur le tour est l'une des opérations les plus délicates de la fabrication de la porcelaine; une mauvaise ébauche ne se déclare souvent qu'après la cuisson, non-seulement alors qu'il n'y a plus moyen d'y remédier, mais lorsque la pièce est terminée, c'est-à-dire lorsqu'elle a subi toutes les opérations coûteuses par lesquelles elle doit passer.

Fig. 165.



On a remarqué que les défauts qui résultent de l'ébauchage au tour sont d'autant plus fréquents, que la pâte est plus molle, plus plastique et plus argileuse ; que la main du tourneur est moins sûre; qu'il est moins habile à mettre d'accord la vitesse de son tour avec celle de ses mains, lorsqu'il élève la pâte en la pinçant afin de gagner la hauteur dont il a besoin pour déterminer son ébauche.

Déformations. — La pâte de porcelaine doit être façonnée constamment avec la plus grande précaution, car elle conserve avec une grande exactitude les pressions inégales auxquelles elle est soumise; c'est ainsi par exemple qu'un disque, sur lequel on a fait une empreinte en creux à l'aide d'un cachet, et sur lequel on a détruit toute apparence de compression, donne après la cuisson le relief du dessin imprimé sur le cru. Cette sorte de sensibilité de la pâte de porcelaine conduit à des déformations qui font mettre au rebut les pièces qui n'ont pas été façonnées par des mains habiles, car il est important que toutes les parties de l'ébauche reçoivent la même pression et présentent la même densité.

La retraite que prend la pâte contribue beaucoup encore au gauchissement; cette retraite se fait, sur un plan, concentriquement, comme le fait voir une circonférence tracée sur une plaque crue.

Après la cuisson, tous les points sont encore également éloignés du point central : le diamètre du cercle a seul changé. La retraite d'une sphère se fera sur le centre de figure; pour les autres volumes, le volume cuit reste semblable au volume primitif, sauf les cas de déformation résultant du tirage de certaines parties plus lourdes agissant sur une pâte ramollissable.

Vissage. — Au défaut que nous venons d'indiquer nous ajouterons celui que l'on appelle *vissage*. Il consiste en lignes ou sillons plus ou moins apparents qui forment spirale le long de la pièce en s'élevant du bas au sommet; ils portent évidemment l'empreinte des pressions inégales exercées par le tourneur soit avec les doigts, soit avec l'éponge. Ce vissage nuit à la pureté du trait; il occasionne du gauche et quelquefois des fissures qui suivent la direction des lignes de vissage.

Nous avons dit que toute pâte céramique doit, pour pouvoir entrer dans une fabrication régulière, présenter une homogénéité convenable des parties et des masses. Les considérations suivantes nous permettront d'expliquer la pratique dont les tourneurs ne s'écartent jamais. On est surpris, en effet, de les voir tout d'abord élever, puis abaisser, relever encore pour élever de nouveau la masse informe qui doit devenir une tasse, une coupe, un vase. Je pense que pour conduire à des produits fabriqués dans des conditions normales, chaque ballon de pâte doit joindre à ces deux sortes d'homogénéité une troisième homogénéité que je nommerai de *tendance*. Il est évident que la pièce ébauchée peut être considérée comme formée par une lame de pâte contournée en hélice qui suivrait une surface de révolution occupant le milieu de l'épaisseur de la pièce. C'est en sens inverse du mouvement qui a développé cette bande de pâte, c'est-à-dire en sens inverse du mouvement rotatoire du tour, que la retraite a lieu pendant la cuisson. Or il faut, pour qu'il n'y ait ni déchirures, ni fentes, que toutes les particules qui composent la pièce, celles du haut, celles du bas, celles de l'intérieur de la pâte, aient lors de la retraite la même direction avec la même vitesse. Elles ne suivront cette direction que lorsqu'elles auront toutes et tour à tour reçu l'impression de la main du tourneur élevant et aplatissant la masse lenticulaire sous laquelle se présente tout d'abord le ballon qui doit fournir l'ébauche. Cet usage, qui ne souffre pas d'exception, n'aurait ainsi

d'autre but que d'entraîner toutes les molécules d'une pièce dans une direction unique.

La pâte de porcelaine, plus que toute autre pâte, en raison de sa fusibilité propre, est ébauchée sous une épaisseur considérable; cette pratique a moins pour effet de s'opposer à la fente ou à la déformation que d'éloigner le plus possible la pièce réelle des surfaces interne et externe de l'ébauche terminée. Ces surfaces ont reçu toutes les pressions successives qui ont amené la transformation de la masse lenticulaire, et dont l'influence n'est plus sensible à une certaine distance. On a donc d'autant plus de chances d'éviter les vissages, qu'on ira chercher plus au loin dans le bloc de l'ébauche la pièce qu'on veut fabriquer.

MOULAGE.

Le procédé du tournage ne peut être employé dans toutes les circonstances pour ébaucher les pâtes céramiques. Certaines formes de révolution même, comme les tubes, les colonnettes d'une grande hauteur et d'un petit diamètre ne pourraient être façonnées, de cette manière, exemptes de tout défaut. Toutes les pièces dont les surfaces ne sont pas de révolution, comme les garnitures, sont généralement dans ce cas, et ne peuvent s'ébaucher sur le tour.

Ces considérations ont fait rechercher d'autres procédés : on a trouvé tout de suite dans la plasticité de la pâte, dans le liant qu'elle acquiert par un malaxage convenable, la possibilité de lui faire épouser une forme donnée, par la compression sur un appui de forme voulue. De là, le procédé de moulage anciennement connu. On appelle *moule* l'appui qui donne la forme; le moule implique l'idée du *modèle*. Nous aurons donc à connaître dans cette méthode d'ébauchage les modèles, les moules et le moulage proprement dit. Dans ce dernier acte, nous distinguerons, avec M. Brongniart (*Traité des Arts céramiques,* tome I, page 127), la préparation des pâtes, le moulage, le démoulage, et, comme la pâte peut se présenter sous des états bien différents, suivant qu'on l'emploie sèche, molle ou liquide, c'est-à-dire à l'état de bouillie plus ou moins claire, nous distinguerons encore :

1°. Le moulage à la presse, s'exerçant sur pâte sèche ou simplement mélangée de substance agglutinative;

2°. Le moulage en pâte molle (à la balle, à la croûte, à la

housse) s'exerçant sur la terre réduite à la consistance pâteuse, molle et plastique;

Fig. 166.

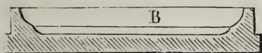


3°. Enfin, le coulage ou procédé de moulage avec des pâtes liquides.

Modèles. — Dans tous les cas, il faut commencer par établir le modèle. Toute pièce d'une forme quelconque peut servir de modèle; généralement on les obtient par *modelage;* ils n'entraînent aucune construction essentiellement particulière; les pièces pleines demandent un modèle unique (*fig.* 166); les pièces creuses en exigent quelquefois deux.

Exceptionnellement, les moules s'établissent sans modèle par tournage, lorsqu'ils doivent fournir, soit l'extérieur de pièces pleines à surface externe de révolution (*fig.* 167), soit inversement l'intérieur de pièces creuses à surface interne de révolution (*fig.* 168); on les tourne en plâtre.

Fig. 167.



La matière du modèle peut être indifféremment choisie : on en fait en argile, en cire, en plâtre, en métal.

Argile. — Les modèles en argile offrent l'inconvénient de ne pouvoir être terminés avec netteté.

Fig. 168.

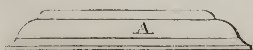


Cire. — Les modèles de cire et d'argile offrent aussi de grands désavantages lorsqu'on doit mouler des pâtes céramiques dans les moules faits sur ces modèles; la cire abandonne quelques principes huileux qui restent dans le moule et s'opposent à la rapidité des moulages; l'argile est délayée par l'eau du plâtre liquide qui forme le moule, et le modèle est altéré.

Plâtre. — Les modèles de plâtre ont plus de solidité, surtout lorsque le plâtre est durci par un enduit d'huile siccative.

Métaux. — Les modèles sont en métal, étain ou bronze, lorsqu'ils sont destinés à fournir des moules en nombre considérable (*fig.* 166); on se borne à les faire en plâtre durci, gâché serré (*fig.* 169), lorsqu'ils n'ont que des formes unies et simples.

Fig. 169.



Mères. — Le modèle sert d'abord à faire des *mères*, c'est-à-dire des moules qui ne sont pas destinés à produire des pièces de poterie, mais de nouveaux modèles.

Pour une assiette, par exemple, le relief A (*fig.* 169) donnera des mères B (*fig.* 167), dans lesquelles on moulera les moules C (*fig.* 168).

Fig. 170.

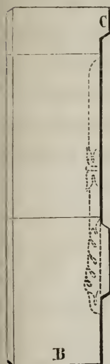
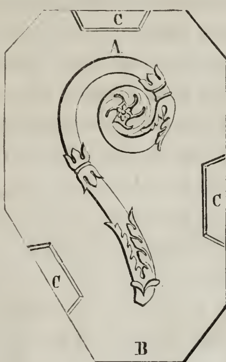


Fig. 171.



S'il s'agit de mouler une anse (*fig.* 166), on fait sur ce modèle un moule en deux parties; chaque partie donne la moitié de l'anse en creux A (*fig.* 170), en vue latérale et en plan (*fig.* 171); on laisse dans chaque moule une portée B, et des tenons C qui servent de repère, on vernisse ces pièces qui sont destinées à fournir chacune un relief A (*fig.* 172) en plan. Les portées B et les cavités C s'assemblent avec les parties correspondantes du premier moule (*fig.* 173). On vernit ces nouveaux modèles qui servent à leur tour à faire les moules pour la pâte.

Fig. 172.

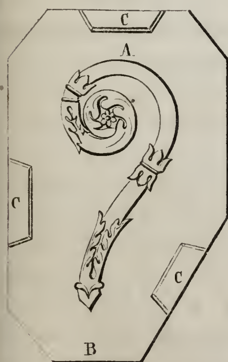


Fig. 173.

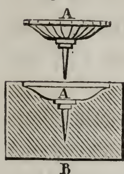


Moules. — Tous les matériaux ne peuvent servir pour faire des moules propres à mouler les pâtes céramiques; la condition essentielle d'être absorbants limite à deux substances, le plâtre et la terre cuite, les matières qu'on peut employer pour mouler des pâtes molles, encore faut-il que le plâtre ait été bien cuit, qu'il soit gâché clair; encore faut-il que la terre cuite soit suffisamment sableuse, sans apparence de vitrification pour rester convenable-

ment poreuse. Les moules en plâtre s'altèrent plus facilement que les moules en terre cuite, mais ces derniers demandent, à cause de leur retraite à la cuisson, qu'on les fasse avec des modèles de dimensions calculées à l'avance.

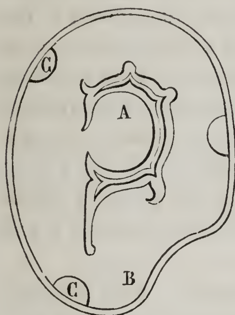
Lorsqu'on moule des pâtes sèches, on peut se servir de métal.

Fig. 174.



Que les moules soient en plâtre ou qu'ils soient en terre cuite, leurs formes varient suivant la forme et la dimension des objets à mouler. Ils peuvent être d'une seule pièce (*fig.* 174), ou de deux pièces (*fig.* 175 et 176), ou d'un plus grand nombre de pièces (*fig.* 177 et 178) réunies dans une sorte de boîte moulée sur ces diverses parties à laquelle on donne le nom de *chappe* (*fig.* 179 et 180). Cette chappe s'ouvre

Fig. 175.



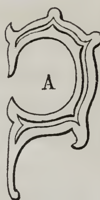


Fig. 176.

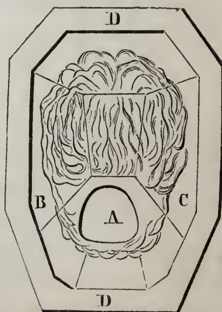


souvent en deux parties qu'on nomme *coquilles* et qui partagent

Fig. 177.

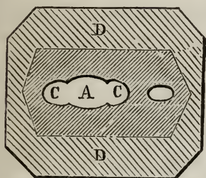


Fig. 178.



à peu près en deux parties égales la pièce à mouler pour faciliter l'introduction de la pâte dans les diverses cavités du moule. On peut réunir les deux coquilles A et B au moyen de tringlettes en bois (*fig.* 181) CEF ajustées et serrées en F.

Fig. 179.

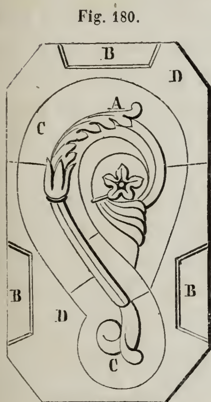


La forme des pièces du moule, les coupures du modèle ont une grande importance sur la réussite du moulage.

M. Brongniart résume ainsi les préceptes que sa longue expérience lui a permis d'établir au sujet de cette opération délicate (tome I, page 132) :

« 1°. Les pâtes céramiques prenant toujours de la retraite, même en se ressuyant, on ne doit jamais laisser dans une coquille du moule des parties saillantes qui, gênant le rapprochement des deux parties latérales, solliciteraient une fente dans la partie la plus mince des parois; il faut faire autant de coupes qu'il y a de ces parties, et autant de moules qu'on a fait de coupes.

Fig. 180.

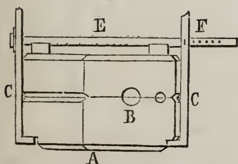


» 2°. Par le même motif, comme il faut toujours laisser de la dépouille dans les cavités, cette dépouille peut être moins grande dans le moulage des pâtes céramiques que dans tout autre moulage.

» 3°. Il faut éviter de faire pénétrer la pâte dans des cavités trop profondes.

» 4°. Comme le réparage ou l'effaçage par frottement, à l'aide d'un corps dur, des lignes saillantes laissées par les coutures des moules sur la pièce cuite est très-difficile et souvent impossible à réaliser complétement, il faut éviter de placer ces coutures sur des parties trop visibles. » (Brongniart.)

Fig. 181



Il est indispensable de mettre dans le moule plus de pâte qu'il n'en faut pour occuper toute la capacité du moule; on réserve, sous forme de rigoles, des vides C dans la longueur des parties moulées A pour recevoir l'excédant de pâte (*fig.* 180).

Moulage des pates sèches et pulvérulentes. — Quel que soit l'état de la terre, sèche, en pâte, en bouillie, on conçoit qu'on puisse lui faire prendre la forme de tout appui sur lequel on l'applique ; le contact doit être accompagné de pressions plus ou moins énergiques.

Avec les pâtes pulvérulentes et sèches, il faut une pression considérable à laquelle ne résisteraient ni les moules en plâtre, ni les moules en terre cuite. On se sert dans ce cas de moules en métal, et c'est à l'aide d'une presse ou d'un levier qu'on comprime la pâte dans le moule. On fait surtout usage de cette méthode dans la fabrication des briques ou des tuiles et des carreaux.

M. Bapterosses s'est servi de moules métalliques pour façonner les boutons en pâte de feldspath ; la matière sèche est mêlée d'une matière agglutinative, telle qu'une petite quantité d'huile siccative ou de lait. Le moule a la forme d'une capsule qui donne au bouton sa forme unie ou gaudronnée ; des picots réservent les trous nécessaires pour fixer le bouton sur l'étoffe à laquelle on veut l'attacher.

Antérieurement aux travaux ingénieux de M. Bapterosses, on avait appliqué la pression mécanique à la confection d'objets de poterie ; mais on n'a pas donné suite à ces essais qui sont décrits longuement dans le *Traité des Arts céramiques* de M. Brongniart auquel je renvoie (tome I, page 141) ; les figures, accompagnées d'une explication de planche très-étendue, permettent de saisir comment les mécanismes peuvent agir. Je crois pouvoir me borner à dire que le moulage à la presse entraîne des embarras sérieux, et que l'expérience a prouvé qu'il était très-difficile de l'introduire avantageusement dans la pratique des arts céramiques. Il est à peu près démontré, au moins jusqu'à ce jour, qu'il est impossible de faire par ce procédé des pièces de plus de $0^m,15$ de côté ou de diamètre, si la pâte est fine et qu'elle exige pour se cuire des températures élevées. La solidité des moules, l'égalité de la pression qui ne peut être exercée avec égalité que dans quelques cas particuliers, limitent le succès qu'on peut obtenir.

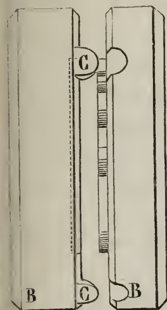
Moulage de pates molles. — On a cherché par cette même méthode à mouler des pâtes molles, mais on ne pouvait éviter que difficilement le gauche et les fêlures. La méthode la plus simple pour façonner ces pâtes est le moulage à la main qui

s'exécute avec des précautions différentes suivant que la pâte est préparée sous forme de balles ou de croûte ; on appelle ces divers moulages, *moulage à la balle, moulage à la croûte.*

Nous allons les étudier isolément en prenant quelques exemples. La forme de l'objet fait choisir la méthode qui paraît la plus économique et la plus avantageuse.

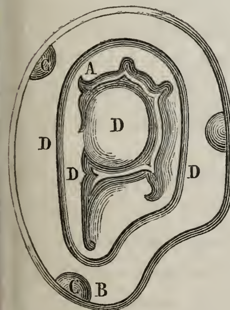
Moulage à la balle. — Lorsqu'on a battu la pâte, qu'elle est en état d'être façonnée, on prend une petite balle qu'on comprime avec force dans le moule (*fig.* 174) s'il n'est composé que d'une seule pièce : on peut augmenter la plasticité de la pâte en ajoutant un peu d'eau gommée.

Fig. 182.



Si le moule est en deux parties (*fig.* 175, 176, 182), on ouvre le moule, puis on imprime fortement dans toutes les cavités de ce moule, avec le plus d'égalité possible, le colombin ou les petites balles qui se soudent les unes aux autres. On met entre les doigts et la pâte une éponge ou de la toile grossière pour empêcher l'adhérence à la peau qui déterminerait des *contre-moulages.* On rapproche ensuite les deux coquilles en laissant entre elles un petit excès de pâte, et, par la pression exercée de la supérieure sur l'inférieure, on réunit les deux parties moulées. L'excès de pâte se rend alors dans la rigole D qui borde la pièce, comme l'indique la *fig.* 183.

Fig. 183.

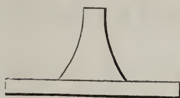


Moulage à la croûte. — On appelle *croûte* la lame ou feuille de pâte bien battue, bien maniée, égale d'épaisseur en tous ses points, dont on se sert pour ébaucher par moulage la pièce qu'on veut obtenir.

On peut faire ces croûtes par plusieurs moyens. Dans la fabrication des poteries communes, des faïences et des porcelaines anglaises, on fait un ballon qu'on aplatit sur une plaque de marbre au moyen d'une batte ; cette batte a généralement la forme d'une molette (*fig.* 184). En même temps que d'une main le mouleur soulève la batte, il imprime à la croûte de l'autre main un mouvement de rotation sur

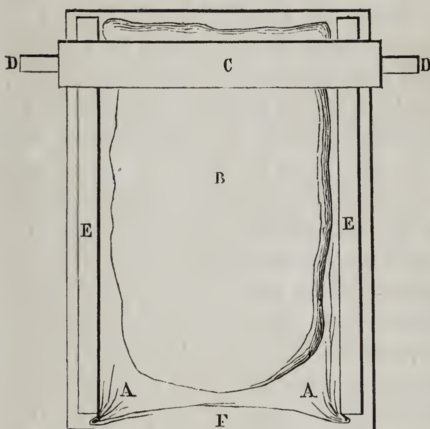
elle-même qui force chaque partie de cette croûte à se présenter à l'action de la batte; il l'amène ainsi, par petits *chocs glissés* de l'arrière à l'avant, à n'avoir que l'épaisseur voulue.

Fig. 184.



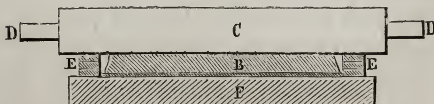
Les pâtes de porcelaine dure doivent être préparées avec beaucoup plus de précautions; la croûte se fait au moyen d'une table de marbre et de rouleaux, on en régularise l'épaisseur à l'aide de règles disposées à cet effet (*fig.* 185). Une peau A, étendue mouillée, reçoit le ballon de pâte B sur lequel on passe un rouleau C, muni de deux poignées D; le rouleau glisse sur deux séries de règles E disposées latéralement, de même épaisseur deux à deux, et dont les dernières, en contact immédiat avec la table F, servent à régler l'épaisseur de la croûte. On passe une ou deux fois le rouleau sur les règles; on en enlève deux, une de chaque côté, puis on passe le rouleau, le ballon s'aplatit ainsi jusqu'à ce qu'il n'ait plus que l'épaisseur demandée. La peau sert à transporter la croûte. On voit une coupe (*fig.* 186) de la table et de la croûte.

Fig 185.



A Mettlach, on fait les croûtes avec une bien plus grande célérité par le moyen d'un plateau tournant dont M. Brongniart a donné le dessin à l'échelle et que nous reproduisons en le faisant suivre de quelques mots d'explication.

Fig. 186.



Le plateau A (*fig.* 187) tourne au moyen de l'arbre B dans la crapaudine C; la manivelle D leur imprime son mouvement; les poulies F transmettent à l'arbre I une vitesse déterminée par les

courroies engagées dans des poulies G de différents diamètres; l'arbre pivotant sur une crapaudine H porte en J un renflement à pas de vis qui force le système L à s'élever plus ou moins avec la vitesse de rotation : les parties M, M glissent sur l'arbre B entraînées par l'écrou O qui porte un fil N tendu par le ressort S; les planchettes K soutiennent les courroies; elles sont assujetties dans les jours R de la boîte QQ. A chaque tour que fait le plateau A sur lequel sont placés les ballons de pâte qu'il faut débiter en croûte, le fil les coupe à des hauteurs variables avec les vitesses relatives des deux arbres. On conçoit ainsi la possibilité de couper des croûtes d'épaisseurs déterminées. On voit en plan (*fig.* 188) et en vue latérale (*fig.* 189) les dispositions de cet appareil, qui fonctionne avec une grande régularité.

Fig. 187.

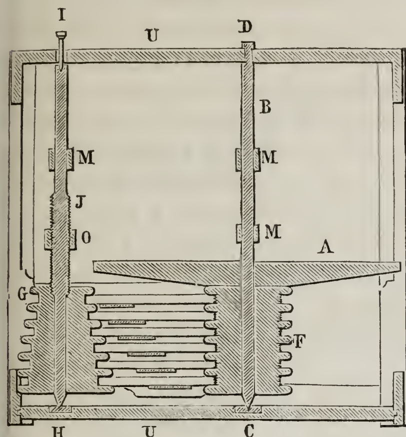
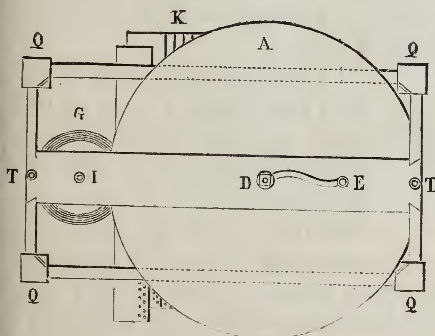


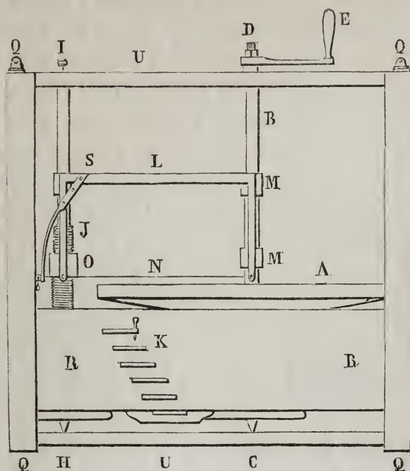
Fig. 188.



Pour faire les croûtes destinées à la fabrication de la porcelaine dure, on peut les tourner en prenant les précautions usitées actuellement à la manufacture de Sèvres. Le tour A est, comme toujours, surmonté de sa girelle B (*fig.* 190); on fixe au moyen d'un tenon C le rondeau en plâtre qui doit recevoir la peau sur laquelle on ébauche la croûte.

La peau F est tendue sur un cercle de laiton E, puis bandée par un autre cercle de même matière D. La peau, bien imbibée d'eau, se trouve placée sur le plateau C. Le mouleur place au centre un ballon de pâte qu'il monte et qu'il élève comme s'il s'agissait de faire une pièce tournée, c'est-à-dire à plusieurs reprises; il l'aplatit ensuite avec la paume de la main et l'étale avec une lame de couteau, dont il se sert pour égaliser la surface supérieure; le double châssis circulaire ED sert à transporter la croûte sur le moule.

Fig. 189.



Lorsque la croûte est faite, on l'applique sur l'appui qui doit lui donner la forme. Nous prendrons comme exemple le moulage d'une *saucière* et celui d'une *assiette*.

Le moule d'une saucière se compose d'un noyau A (*fig.* 191) sur lequel on étend la croûte B et qui donne l'intérieur de la pièce. Un moule creux donne la partie extérieure (*fig.* 192 et 193). Lorsqu'avec une éponge on a, par de petits chocs répétés, fait épouser à la croûte toutes les surfaces unies ou ornées du noyau, on enlève les parties de pâte qui débordent le moule et, en retournant le noyau, on le place dans la cavité du moule creux; on rabat la pâte pour faire abandonner le noyau qu'on retire : il est indispensable, pour éviter la déformation, que les coups de l'éponge soient parfaitement égaux.

Fig. 190.

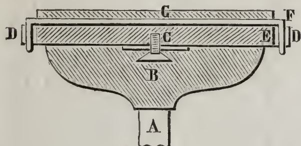
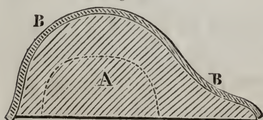


Fig. 191.



Le moulage des assiettes s'exécute de la même manière; la croûte, posée sur le noyau, reçoit de ce noyau, placé sur la girelle du tour (*fig.* 194), sa face intérieure unie ou décorée des reliefs que porte le moule; la partie extérieure s'obtient en faisant tourner cette croûte et le moule qui le soutient devant un calibre (*fig.* 195) préparé généralement en terre cuite très-dure. Lorsqu'on veut faire des pieds saillants, on les rapporte sur la croûte, en ajoutant un colombin qui se soude et qui reçoit sa forme d'un *calibre* métallique C (*fig.* 196).

Fig. 192.

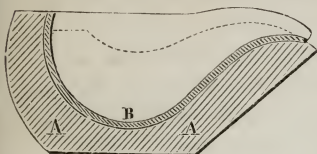


Fig. 193.

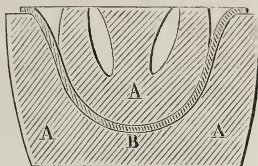
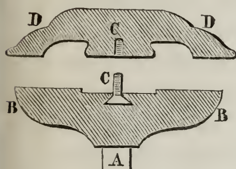
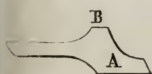


Fig 194.



On ébauche de même les pièces du genre des assiettes, comme plats ovales, en donnant au moule A (*fig.* 197) une portée G qui sert à guider, par la partie inférieure, le calibre B conduit sur la partie supérieure par un mandrin E, qui pose sur le fond de la pièce. On réserve dans ce mandrin une ouverture convenable, pour qu'en soufflant on puisse le séparer de la pièce moulée.

Fig. 195.



Tournette. — Afin de faciliter l'exécution de ces moulages et d'éviter de déranger le mouleur qui doit examiner successivement chaque partie de son travail, on pose le moule sur un tour léger, auquel on donne le nom de *tournette;* ce tour est disposé comme

Fig. 196.

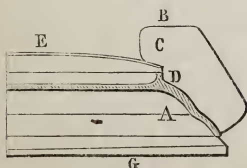
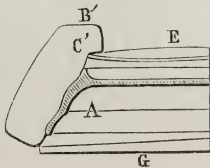


Fig. 197.



on le voit (*fig.* 198). A est l'arbre qui tourne dans une crapaudine B; C est la girelle du tour; l'arbre est maintenu dans la position verticale au moyen de coussinets fixés sur la table et qu'on voit isolés (*fig.* 199), avec les pattes de fer servant à les boulonner.

Fig. 198.



Fig. 199

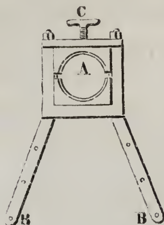
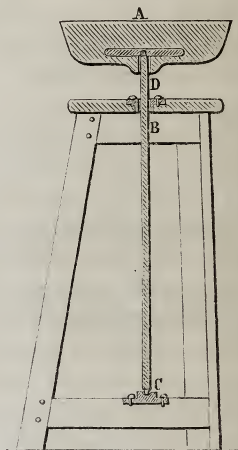
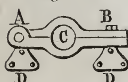


Fig. 200.



On peut désirer changer de place cette tournette; on l'isole de la table en lui donnant l'embase nécessaire à ce qu'elle se maintienne, et la consolidant au moyen d'un bâtis (*fig.* 200).

Fig. 201.

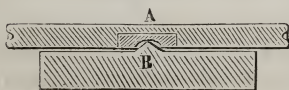


On trouve représenté (*fig.* 201) un moyen d'assemblage plus simple que celui de la *fig.* 199.

Les plateaux tournants (*fig.* 202) suffisent pour le moulage et le travail des pièces d'un petit volume.

Moulage des pates liquides. — Les pièces de peu d'épaisseur, celles de formes très-étranglées, celles qui présentent des saillies très-prononcées ne peuvent être faites par ce moyen, la pâte molle ne pouvant alors pénétrer dans les dernières cavités du moule. On les ébauche à l'état liquide; la pâte est bien dépouillée de bulles et de mattons; à cet effet, on l'agite jusqu'à

Fig. 202.



ce que la spatule ne dégage plus de bulles, puis on la fait passer par un tamis de fil de laiton: on la remue de nouveau pour l'employer au *coulage* des pièces.

On a remarqué qu'une pâte liquide, mise en contact avec une surface de plâtre suffisamment sèche, est promptement ramenée à l'état de pâte raffermie et ressuyée. On a pensé pouvoir mettre à profit cette propriété pour faire quelques pièces délicates, qui ne pouvaient être moulées qu'avec difficulté par le moulage en pâte molle tel que nous venons de l'étudier. Cette méthode, en pratique depuis plus de soixante-dix ans, a conduit à des résultats très-remarquables, surtout dans l'ébauchage des pièces de porcelaine dure et tendre.

Pour être d'une application facile, la pâte doit être suffisamment plastique; nous nous bornerons à dire ici qu'on ajoute à cette qualité par le mélange à la pâte de moitié son poids de copeaux provenant du rachevage des autres pièces.

Nous choisirons, comme exemples, le coulage de quelques-unes des pièces qui se font à Sèvres par cette méthode, et dont la réussite est généralement constante. Nous décrirons le coulage des tubes et des cornues, parce qu'on en fait un grand usage dans les laboratoires; nous dirons quelques mots du coulage des colonnettes et colonnes; nous indiquerons l'emploi qu'on a fait de cette méthode au coulage des tasses minces.

Fig. 203.

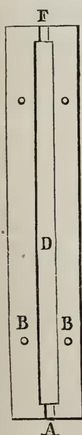
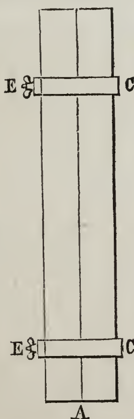


Fig 204.



Coulage d'un tube. — A (*fig.* 203) représente une des coquilles du moule; B est le tenon qui sert de repère; D est un canal cylindrique qui formera le tube. Les deux coquilles sont réunies au moyen de brides C, qu'une tringle G et des écrous E peuvent serrer convenablement (*fig.* 204 et 205). L'ouverture F permet d'introduire la barbotine. Lorsqu'on veut mouler, on place (*fig.* 206) le moule dans une position verticale, l'ouverture inférieure bouchée par un tampon N fixé sur une planchette M dont on recouvre le seau L; en ouvrant le robinet I, la barbotine contenue dans la bâche supérieure H s'écoule et remplit le moule;

on attend quelques instants : une portion de la pâte s'attache aux parois par suite de l'imbibition dans le plâtre de l'eau qui la maintenait en dissolution ; pour écouler l'excédant de pâte, il suffit de lever le moule ; l'orifice inférieur se débouche, et la barbotine en excès tombe dans le seau. L'absorption de l'eau, et, par conséquent, l'épaisseur de la pâte déposée, se trouvent être proportionnelles à la durée du temps de contact : la couche est plus épaisse en bas qu'en haut ; on retourne le moule, et, répétant le moulage, on obtient un tube fait en quelque sorte de deux tubes, disposés comme l'indiquent les lames G, G′ (*fig.* 207), A étant le moule de plâtre et D l'intérieur du tube coulé.

Fig. 205.

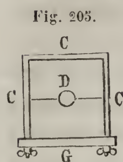
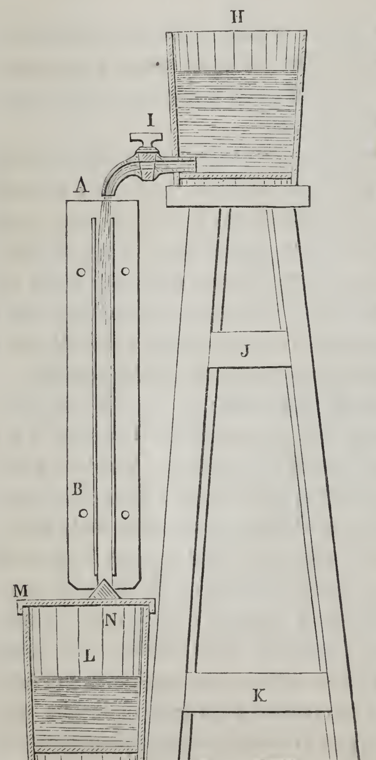


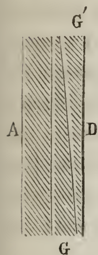
Fig 206.



Coulage d'une cornue. — Les cornues qu'on faisait anciennement par le moulage en deux coquilles en soudant les deux moitiés, comme nous l'avons expliqué déjà, se réussissent aujourd'hui parfaitement au moyen du coulage ; on fait deux demi-parties symétriques qu'on réunira. Pour faire chaque demi-cornue, on dispose un moule (*fig.* 208 et 209) avec son creux A, sa portée B et son tenon C ; sur ce moule on adapte une fausse coquille (*fig.* 210 et 211) qui complète la cornue et qui n'a d'autre but que de maintenir le niveau de la barbotine au-dessus du plan de réunion des deux parties qui, soudées, complètent la cornue. Le trou D permet d'introduire la barbotine ; l'armature F permet de

réunir les deux coquilles et de fermer l'ouverture E. On voit (*fig.* 208) la manière dont la coquille est surmontée de sa *fausse coquille* pour le coulage. Cette dernière ne doit pas être absorbante, on la fait en plâtre vernis ou en métal. Lorsque l'on juge, par le temps que le moule est resté rempli, que l'épaisseur de la cornue est suffisante, on écoule par D l'excédant de barbotine; le démoulage donne deux demi-cornues qu'on réunit comme dans tout autre moulage; pour obtenir un collage complet, on introduit par le bec E des deux coquilles symétriques (*fig.* 208) de la barbotine très-claire qu'on promène dans le plan de jonction.

Fig. 207.



Coulage de colonnes. — Pour couler des colonnes dont la hauteur est assez considérable, on évite les éclaboussures et les bulles

Fig. 208.

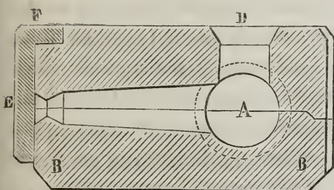
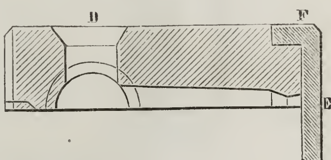


Fig. 210.



qui occasionneraient des trous, en faisant arriver dans le moule la barbotine de bas en haut, soit par simple équilibre hydrosta-

Fig. 209.

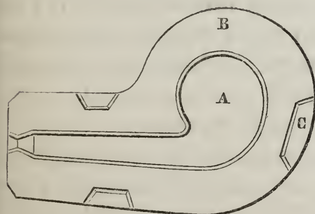
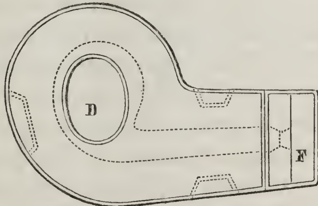


Fig. 211.



tique (*fig.* 212), soit par pression au moyen d'un piston (*fig.* 213).

Dans la première disposition (*fig.* 212) la cuve A, qui contient la barbotine destinée au coulage d'une colonne dont le moule est B, se trouve placée bien au-dessus du sommet de ce moule. La cuve C, qui doit recevoir l'excès de la barbotine E, est au-dessous d'une

ouverture bouchée par un tampon. La barbotine D, agitée par une spatule, est prise par la partie inférieure du réservoir, c'est-à-dire sans bulles; un robinet F la laisse descendre, puis remonter dans le moule par l'ouverture I. Lorsque le moule est plein, on ferme le robinet F, le tampon H étant placé; on attend quelques instants, et l'on rétablit le niveau: ce n'est que lorsque l'épaisseur de la pâte est jugée suffisante qu'on referme F en ôtant le tampon H.

Fig. 212.

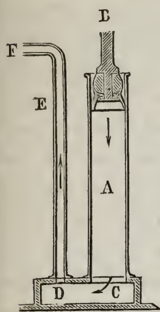
Lorsque l'introduction de la barbotine se fait au moyen d'un piston (*fig.* 213), le corps de pompe vertical A reçoit le piston B. La pâte s'écoule par le tuyau EF pour se rendre dans les moules. Pour éviter la longueur des tuyaux EF nécessaire pour faire équilibre à la colonne de barbotine contenue dans le corps de pompe lorsqu'on vient de le charger, on peut disposer un système de robinets (*fig.* 214). A représentant le moule de la pièce à façonner, on le place sur la boîte B sans qu'il y ait perte en le posant sur des disques en cire à modeler qu'on écrase afin d'avoir une fermeture hermétique; la barbotine s'échappe par C de la boîte D lorsque le robinet E se trouve ouvert. Un robinet F permet l'expulsion de la barbotine en excès.

Coulage d'un bec. — Lorsqu'on veut obtenir un bec de théyère, par exemple (*fig.* 215), on emplit de barbotine le moule A par l'ouverture; elle s'écoule par B, si c'est par C qu'on l'a fait entrer.

Le procédé de moulage avec la pâte liquide a reçu depuis plusieurs années, dans la manufacture de Sèvres, une extension considérable; on s'en est servi dans plusieurs circonstances avec avantage pour obtenir soit des pièces si minces, qu'il eût été difficile de les avoir par les procédés du tournassage ordinaire, soit

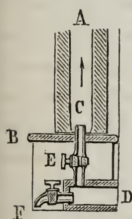
des pièces d'une dimension et d'une épaisseur telles, qu'il eût été de toute impossibilité de les mouler ou de les ébaucher au tour.

Fig. 213



La fabrication de la porcelaine offre cela de remarquable que, encore bien que tous les procédés qu'on y emploie puissent se rattacher à des principes généraux, néanmoins ce n'est que par des moyens variables avec les formes et les dimensions des pièces qu'on peut en obtenir une fabrication régulière. Il faut à chaque forme nouvelle des modifications spéciales pour rendre les procédés convenables; on ne saurait donc trop multiplier les exemples à mettre sous les yeux des fabricants. Je prends parmi les applications nouvelles du procédé de coulage quelques-unes de celles qui ont été pratiquées avec le plus de succès, c'est-à-dire le coulage des tasses minces, des grandes jattes, des plateaux et des vases dits *vases Bertin*.

Fig. 214.

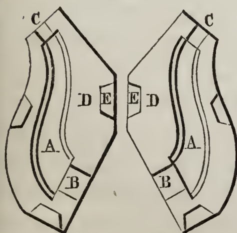


Tasses minces. — Des tasses minces comme des coquilles d'œuf ont été faites avec une rare perfection par le procédé du tournassage, en imitation des pièces de même forme apportées de la Chine, où elles sont nommées *to-taï*.

La difficulté d'obtenir une couverte bien étendue qui ne se retirât pas, surtout sur les soucoupes, a fait recourir, pour la confection de ces petites pièces, au procédé du coulage.

Le moule A est en plâtre; il donne intérieurement la forme que la tasse doit avoir extérieurement (*fig.* 216); une ligne B tracée à la partie supérieure du moule, un peu au-dessous de son extrémité, donne la hauteur de la pièce. On l'emplit de barbotine, on verse, après quelques minutes, l'excédant de pâte, puis on la laisse, adhérente au moule (*fig.* 217), se ressuyer un peu. On met sur le tour le moule, on le centre, et avec une lame on détache, sans forcer, le bord supérieur de la pièce moulée (*fig.* 218); la dépouille se fait tout naturellement, et, pour éviter la déforma-

Fig. 215.



tion, on place sur un renversoir (*fig.* 219) la tasse retirée du moule; la dessiccation s'opère spontanément. Le pied de la tasse se rapporte quand la tasse est sèche; on le prend dans un mandrin de pâte ébauché sur le tour, on le colle comme à l'ordinaire, et l'on finit l'ouverture de la tasse en coupant suivant la ligne E (*fig.* 220) et parant les bords à hauteur convenable.

Fig. 216.

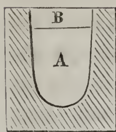
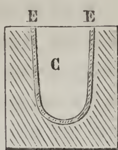


Fig. 217.



Les anses sont creuses; on les fait par coulage dans des moules en plâtre (*fig.* 221); mais comme la barbotine qu'on verserait dans ces moules, qui ne laissent qu'un vide de très-petite dimension, ne tarderait pas à se prendre tout à l'entrée du moule, on l'injecte à l'aide d'une petite pompe aspirante et foulante. On ajuste, à cet effet, sur l'ouverture d'entrée E et sur celle de sortie D (*fig.* 222), deux tubes minces en cuivre, et par l'un de ces tubes on chasse avec la petite pompe assez de barbotine pour qu'elle s'élève au niveau supérieur du second tube. Si l'anse doit avoir une certaine épaisseur, on répète l'injection, mais en prenant pour orifice d'entrée l'orifice de sortie, et opérant comme il vient d'être dit. Si la largeur du canal évidé de l'anse est considérable, on doit avoir soin de retourner le moule de façon que la face supérieure devienne l'inférieure, afin que toutes les parties aient bien la même épaisseur; on évite ainsi que le liquide ne séjourne dans les parties inférieures, et, par conséquent, que ces parties ne prennent plus d'épaisseur que les points donnés par la coquille supérieure.

Fig. 218.

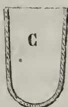


Fig. 219.

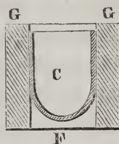


Fig. 220.

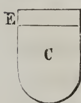
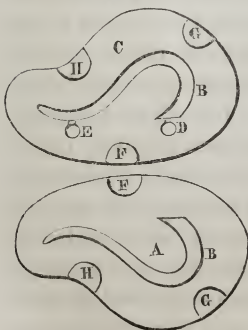


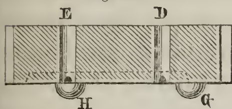
Fig. 221.



Les soucoupes des tasses minces sont de même obtenues par coulage. On les fait, comme les tasses, dans des moules qui donnent par leur intérieur l'extérieur des soucoupes; mais il faut éviter que le flot de barbotine, en arrivant dans le

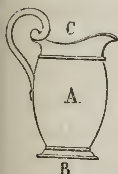
moule, n'éclabousse et n'occasionne un frémissement qui se traduit sur la pièce cuite par des ondulations. Dans ce but, on dispose sur le bord du moule un faux bord incliné, métallique, sur lequel le jet de barbotine s'aplatissant déverse sans secousse le flot dans l'intérieur du plâtre. Le démoulage et le collage du pied sont faits avec la même précaution que s'il s'agissait de la tasse. Les tasses cuisent à boucheton, et la soucoupe sur son pied.

Fig. 222.



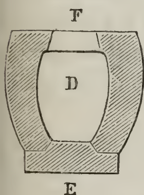
Le même procédé peut servir à faire des tasses à pieds et collets ovales; en supposant la tasse représentée *fig.* 223, le corps de la tasse se ferait dans un moule de la forme *fig.* 224, le collet dans un moule ayant la disposition *fig.* 225, et le pied dans le moule *fig.* 226. Pour couler le collet, on emploie le moule L, en faisant écouler par K; pour le pied, on remplit le moule par l'ouverture H, en faisant écouler l'excédant de barbotine par l'ouverture G.

Fig. 223.



Grandes jattes. — L'opération du coulage des grandes jattes chinoises dont on a pu voir des exemples aux expositions de 1850 et de 1851, à Londres (*fig.* 227), offre de l'intérêt, non à cause du coulage proprement dit, mais à cause du démoulage, qui n'est pas sans présenter quelques difficultés, en raison du poids considérable des moules et de la dimension de la pièce moulée. Les pièces cuites ont 83 centimètres de diamètre, ce qui exige pour la pièce entière et pour le moule un diamètre de 100 centimètres. Le coulage exige aussi quelques *tours de mains* particuliers pour boucher le trou par lequel la barbotine a pénétré dans l'intérieur du moule.

Fig. 224.



Le moule est en deux parties, l'une supérieure A, ouverte, et l'autre inférieure, ayant la forme d'une calotte sphérique C, percée à sa partie la plus basse et dans l'axe de la jatte d'une ouverture circulaire par laquelle on fait arriver la barbotine. Les deux parties du moule sont

Fig. 225.

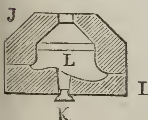
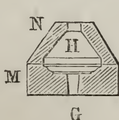
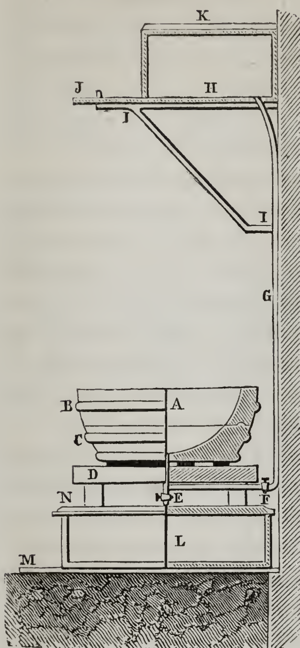


Fig. 226.



réunies par des tenons qui assurent le placement et l'assemblage régulier des deux parties. Ces deux moules assemblés sont placés sur une table D percée à son centre d'un trou par lequel on fait arriver la barbotine de bas en haut en régularisant l'arrivée à l'aide d'un robinet F. Le moule repose sur un anneau en cire molle qu'il comprime de manière à fermer toute issue qui permettrait au liquide de s'échapper ailleurs que dans l'intérieur du moule. On élève par le jeu du robinet la pâte liquide à la hauteur du moule, et on laisse l'absorption s'effectuer; on maintient, en ouvrant le robinet, le niveau constant, et quand on s'est assuré que la couche de pâte adhérente et raffermie sur la surface du plâtre est suffisamment épaisse, on ouvre le robinet E de manière à rejeter l'excédant de la barbotine, qui tombe dans un baquet L roulant sur des rails de fer M et garanti par un couvercle N contre toutes les poussières de l'atelier.

Fig. 227.



La cuve H, qui sert de réservoir, est suspendue par les armatures I et les planches J; les planches K qui la couvrent arrêtent les corps étrangers qui peuvent se détacher du plafond.

Des cercles B, coulés avec le moule, en facilitent le maniement.

La jatte est coulée, mais elle est percée d'un trou qu'il convient de boucher. A cet effet, après avoir nettoyé le moule, c'est-à-dire après avoir enlevé avec une lame coupante la partie de pâte qui s'est épanchée sur la surface horizontale qui le termine, et coupé les bavures de l'ouverture qui est pratiquée dans le fond et qu'il s'agit de boucher, on laisse tomber dans le fond du moule par cette même ouverture un bouchon de plâtre parfaitement sec et bien ajusté pour qu'il complète la calotte sphérique que présente la partie inférieure du moule. On verse alors de la barbotine très-

épaisse qu'on mélange légèrement avec les parties un peu raffermies qui limitent l'ouverture à boucher et qui vient s'y souder d'une manière complète. On donne au fond formé de la sorte une assez grande épaisseur, et on le finit par un tournassage qui le ramène à une épaisseur convenable. Le pied de la jatte est coulé d'autre part et sert de support aux pièces pendant la cuisson au grand feu; il reste indépendant; on le réunit par des liens métalliques après toute cuisson.

Lorsque la pièce a pris dans le moule une consistance convenable, on procède au démoulage; c'est une opération très-délicate. Par suite du raffermissement dans le moule, la jatte se contracte sur elle-même et elle ne pose plus que sur le fond. On saupoudre, entre le moule et la pièce, du dégourdi pulvérisé finement sur toute la zone correspondante à la partie supérieure A du moule. C'est cette partie qui doit servir à dégager la partie inférieure B du moule. On soulève légèrement la partie A de manière à faire porter la jatte sur tous les points, puis on la soulève : la jatte quitte la partie B du moule et suit dans le transport la partie A qui maintient invariablement éloignés de l'axe tous les points du bord supérieur. La partie A du moule est soutenue par des tréteaux, et le fond de la jatte maintenu par un anneau d'un diamètre plus faible que la circonférence qui termine inférieurement la partie A; en sorte que cette partie, abandonnée à elle-même, peut descendre jusqu'à terre en laissant isolée la jatte suffisamment raffermie pour se soutenir seulement sur son fond. Lorsque le raffermissement est suffisant, on procède au tournassage du fond, et on pare le bord supérieur en le taillant légèrement pour l'arrondir.

Plateaux. — Quelques mots suffiront pour faire comprendre la manière d'obtenir les plateaux si minces qui complètent les cabarets composés uniquement de pièces d'une grande légèreté. Ces plateaux sont faits par coulage; mais, au lieu de remplir le moule de pâte liquide, on fait glisser légèrement ce moule dans un bain de barbotine. Le moule se recouvre extérieurement et intérieurement de pâte raffermie d'une épaisseur proportionnée au temps de l'immersion. On nettoie le moule au dehors : on enlève avec un couteau la pâte adhérente sur la face horizontale, en même temps qu'avec une pointe on détache légèrement, pour faciliter la

dépouille, le faux bord du plateau. On examine attentivement s'il ne se fait pas quelques fissures pendant la dessiccation et la retraite qui l'accompagne, et l'on arrête par un trait de pointe en travers et à l'extrémité de la fente toutes celles qu'on aperçoit. Ce plateau n'a pas de pied.

Quels que soient les avantages du procédé de coulage, on ne saurait toutefois l'appliquer indistinctement et avec avantage à toute espèce de forme. L'état de finesse dans lequel il faut employer la pâte s'opposera toujours à ce que ce procédé pénètre dans les fabrications communes, et l'encombrement résultant de l'emploi des moules, sans parler de la perte due, dans tous les cas, à leur prompte détérioration, mettra souvent obstacle à ce qu'on l'étende au delà de la fabrication de la porcelaine de luxe.

Moulage à la housse. — On combine souvent les deux méthodes du moulage et du tournage pour obtenir dans une même opération des ébauches plus finies et de réussite plus certaine. On nomme *moulage à la housse* l'opération qui consiste à faire une ébauche aussi finie que possible et à la terminer par moulage. On place, suivant le cas, la housse tantôt sur le moule, qui a la forme d'un noyau et peut servir, dans ce cas, à mouler des ornements visibles à l'intérieur des pièces, et tantôt aussi dans l'intérieur du moule creux, qui donne alors par moulage les ornements dont peut être décorée la surface extérieure de la pièce. Le tourneur commence par ébaucher sa pièce comme s'il s'agissait de faire une pièce tournée (*fig.* 228). A est la girelle du tour, B le rondeau sur lequel la housse C est ébauchée; on la place ensuite encore molle ou sur le moule ou dans le moule (*fig.* 229), pour la comprimer à l'aide d'une éponge, comme on le ferait d'une croûte.

Calibrage. — Nous avons dit en parlant des assiettes qu'elles étaient moulées, puis terminées au moyen de calibres; il arrive souvent que le calibre au lieu d'être mobile est fixe et rigide, ce qui donne à la pièce moins de pressions inégales; on donne le nom de *calibrage* à cette méthode qui résume en quelque sorte un moulage et un tournage simultanés.

Dans le calibrage, tantôt le moule donne l'extérieur de la pièce, tantôt il donne l'intérieur. Nous présenterons ici différents exemples de ce mode de façonnage; nous commencerons par la descrip-

tion du calibrage tel qu'il est exécuté dans la manufacture de Sèvres; c'est le système qui nous paraît le plus perfectionné.

Fig. 228.

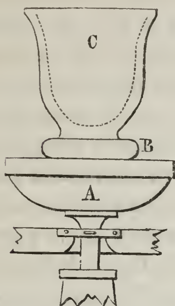
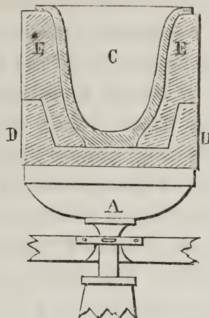


Fig. 229.



Calibrage des assiettes. — Lorsque la croûte est préparée comme nous l'avons dit (*fig.* 190), on la transporte avec précaution sur le moule qui donne la partie intérieure (*fig.* 194). Ce moule est assujetti sur le tour A dont la girelle B porte un tenon C qui s'emboîte dans le moule D : on renverse la croûte sur le moule, puis, à l'aide d'un couteau de corne qu'on pousse entre les deux en partant de la circonférence pour arriver au centre, on détache la peau. On a régularisé la surface de la croûte sur la peau même et sur le tour dans la position primitive à l'aide d'une lame rigide descendue sur le calibre (*fig.* 230) et fortement comprimée sur

Fig. 230

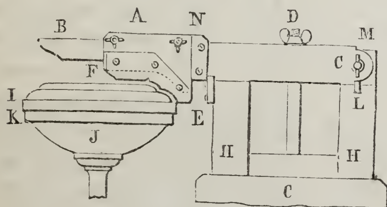
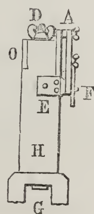


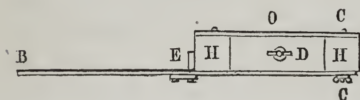
Fig. 231.



la pâte. A proximité du tour fixé sur la table du tourneur se trouve un bâti de bois porte-calibre, composé de deux montants H s'élevant à hauteur convenable pour que le calibre mis en place exerce la pression voulue sur le moule. Ce calibre peut descendre plus

ou moins sur la barre B tournant autour du point C au moyen de vis à oreilles qui serrent un talon N pouvant se mouvoir dans deux petites coulisses. On règle l'épaisseur de l'assiette avant de mettre la croûte sur le moule à l'aide d'une petite jauge qu'on pose sur le moule; on abaisse le calibre, on le met en contact avec la jauge, puis on fixe le talon; on relève le calibre pour placer la croûte sur le moule. Lorsque la croûte est détachée du tambour de peau sur lequel on l'a préparée, on la comprime avec une lame pour la faire adhérer, puis on abaisse la tringle B pour poser le calibre de la main droite en pressant légèrement jusqu'à ce que le talon porte sur la tringle; en même temps, avec la main gauche, on imbibe de barbotine épaisse la surface de la pâte en contact avec le calibre. On obtient de cette façon des moulures très-nettes F, qui forment le pied des assiettes calibrées. On se rend compte de la forme du calibre par la figure qui le représente en vue (*fig.* 231). On voit (*fig.* 232) le porte-calibre dégagé du calibre proprement dit.

Fig. 232.



On se sert en Allemagne d'un calibre très-simple (*fig.* 233) qui donne encore l'extérieur des pièces. Le tour A porte le moule qui règle la surface intérieure de l'assiette unie ou décorée par des reliefs de peu de saillie; B est le calibre fixé sur une tringle tournant autour d'un axe C, chargée à son extrémité d'un poids D qui facilite la manœuvre, et glissant entre les coulisses G (*fig.* 234). On comprend qu'en abaissant la tringle F (*fig.* 235) le calibre vienne comprimer la pâte placée sur le moule A.

Fig. 233.

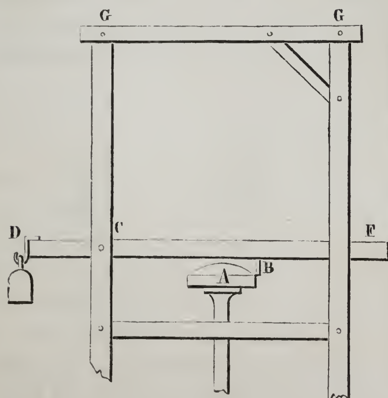


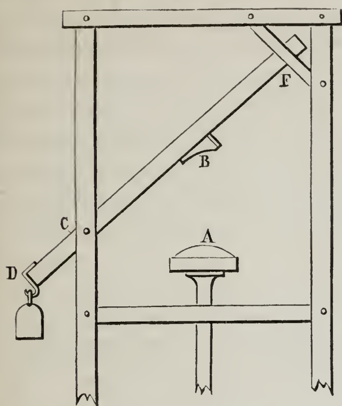
Fig. 234.



Quelquefois le calibre règle la forme intérieure lorsque la pièce

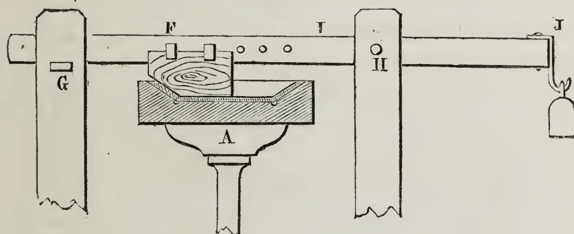
est façonnée dans un moule qui donne l'extérieur. Le poids agit à l'extrémité J (*fig.* 236) pour faciliter la pression du calibre en bois sur la croûte placée dans le moule. La tringle F est percée de trous qui permettent de rapporter les calibres propres à l'exécution de différentes formes; on les fixe au moyen de vis en bois.

Fig. 235.



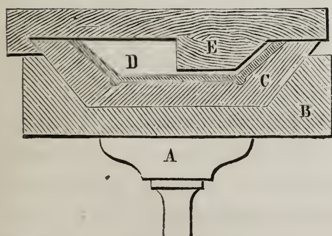
Enfin, c'est quelquefois encore sur le moule lui-même que le calibre est fixé, ce qui simplifie l'appareil. Dans cette disposition (*fig.* 237), la tête du tour A porte une sorte de mandrin B dans lequel s'engage le moule C de l'assiette D; l'intérieur

Fig. 236.



est réglé par un calibre E en bois, portant sur l'une des extrémités un talon dont le biseau pose sur le mandrin et s'adapte au moule lui-même.

Fig. 237.



MM. Bougon et Chalot ont disposé le calibre d'une manière fort ingénieuse pour ébaucher au calibre même les pièces creuses; le calibre (*fig.* 238 et 239) est assujetti sur un montant H brisé en G; les char-

nières H et G satisfont aux mouvements nécessaires pour l'ébau-

Fig. 238.

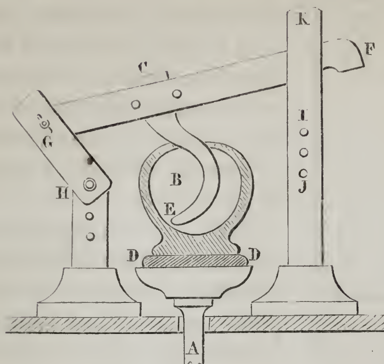
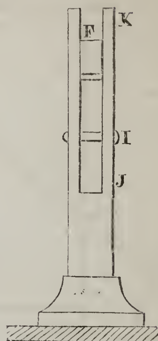


Fig. 239



chage. Les *fig.* 240 et 241 font voir le calibre dans la position qu'il occupe lorsque la pièce est animée du mouvement imprimé par le tour A; elle est supportée par le rondeau D.

Fig. 240.

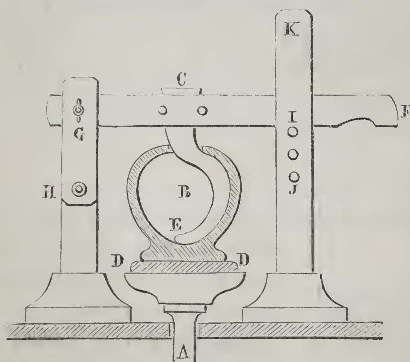
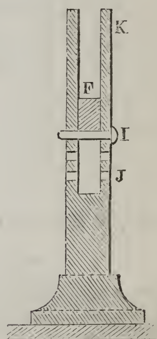


Fig. 241



Démoulage. — On donne le nom de *démoulage* à l'opération qui consiste à dégager la pièce moulée de l'appui sur lequel elle a pris sa forme. Quelle que soit la méthode qu'on a suivie pour le moulage, il convient de ne démouler que lorsque par un séjour suffisamment prolongé, que l'expérience fait connaître pour chaque

forme, la pièce a pris une certaine retraite; elle est alors assez raffermie pour se dégager avec facilité.

Lorsque le moule est d'une seule pièce, on facilite la séparation avec une petite balle de pâte humide; lorsque le moule est composé de plusieurs pièces, on enlève la chape, puis successivement toutes les parties du moule jusqu'à ce que la pièce moulée soit entièrement dégagée. Les pièces démoulées doivent sécher lentement: lorsqu'elles sont plates, on les pose sur des rondeaux de plâtre; on les retourne souvent, et lorsqu'elles peuvent se déformer en se relevant, on les charge de petites pelotes de pâte humide.

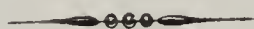
On a rarement une mauvaise fabrication, lorsqu'on n'a fait usage que de moules dans l'état convenable. Il faut éviter l'emploi des moules *graissés*, c'est-à-dire qui, par suite d'un service prolongé, se sont recouverts intérieurement d'une sorte d'épiderme compacte, manquant alors de la perméabilité dont ils étaient doués primitivement. On enlève cette croûte surtout pour les pièces rondes, soit en mettant le moule sur le tour et l'usant avec une lame coupante, soit en délayant cette croûte par des lavages à l'eau.

Si la condition du bon choix des moules a été remplie et si la balle, la croûte ou la housse n'ont reçu dans le moulage, quel qu'il soit, que des pressions uniformément égales, on n'aura que rarement des fentes et du gauchissage; il faut néanmoins tenir compte de l'habileté du mouleur.

Pour résumer ce que nous avons dit des divers procédés à l'aide desquels on ébauche les pièces, nous rappellerons que le tournage se prête au façonnage des pièces à surface de révolution, mais qu'il peut donner lieu soit à des vissages, des déformations, des fentes. Le moulage est d'un usage plus général, car il s'applique à des formes plus variées; il n'occasionne jamais de vissage, et, lorsqu'il est pratiqué sur des pâtes à l'état de barbotine, on peut éviter plus sûrement que par le moulage ordinaire les inégalités de pression, c'est-à-dire le gauche et les coutures du moulage. Mais le coulage offre lui-même des inconvénients qui limitent l'emploi de ce moyen. La pâte doit être bien préparée; il faut un nombre considérable de moules; on doit éviter les éclaboussures et surveiller la qualité du plâtre.

Au reste, toute l'intelligence du fabricant consiste à bien choi-

sir la méthode la plus convenable pour ébaucher une pièce de forme donnée ; et cette recommandation s'étend non-seulement à l'ébauche de la pièce entière, mais même à l'ébauche de chacune des diverses parties dont elle est composée.



SEIZIÈME LEÇON.

TECHNOLOGIE CÉRAMIQUE.

Rachevage ; tournassage, guillochage et gaudronnage. — Réparage, grattage, remplissage, évidage, collage, applicage. — Glaçures ; vernis, émail, couvertes ; éléments qui les composent ; quartz, feldspath, acide borique, borax, alcalis, chaux, magnésie, étain, oxyde de plomb, oxyde de fer, oxyde de manganèse ; ocres. — Fabrication des glaçures. — Leur posage par volatilisation, saupoudration, immersion, arrosement. — Retouche, réserve. — Cuisson des poteries. Combustibles. — Degré de chaleur, quantité de chaleur, unité de chaleur, température, pouvoir calorifique.

FAÇONNAGE DES PATES.

RACHEVAGE.

Nous avons vu que pour quelques fabrications grossières, l'ébauchage sur le tour pouvait suffire pour amener immédiatement les pièces à la forme demandée, mais que généralement, pour les poteries fines surtout, on ne considérait la pièce tournée que comme une simple ébauche.

Pour les pièces ébauchées par moulage, quel que soit le procédé de moulage dont on ait fait usage, le moulage entraîne sur l'ébauche des imperfections apparentes qu'il faut faire disparaître. C'est ainsi que les coupures du moule laissent toujours des traces qu'il faut enlever ; c'est ainsi que des parties saillantes sont engraissées, c'est-à-dire moulées avec plus d'épaisseur qu'elles n'en doivent avoir ; il faut diminuer leur volume ; c'est ainsi encore que les pièces coulées présentent toujours des faux bords, ou des appendices qu'il faut nécessairement enlever.

Il faut enfin réunir les diverses parties qui composent la pièce complète, coller les garnitures, appliquer les moulures en relief qui décorent les pièces tournées.

C'est à l'ensemble des opérations qui ont pour but de finir et

de compléter dans sa forme l'objet qu'on veut fabriquer que nous donnerons le nom de *rachevage*.

Le rachevage se compose d'opérations bien distinctes; nous rappellerons que nous avons distingué pour les étudier séparément :

Le *tournassage*, comprenant le *guillochage* et le *gaudronnage*;

Le *réparage*, comprenant le *grattage*, le *remplissage* et l'*évidage*, l'*estampage* et le *modelage*;

Le *collage*, comprenant l'*applicage*.

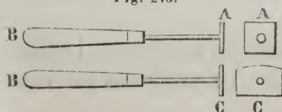
Tournassage. — Les pièces de poterie fine ébauchées sur le tour, comme les grès, les porcelaines et les faïences fines, reçoivent leurs arêtes vives, leurs contours purs d'une opération particulière qui consiste à leur enlever à l'aide du tour les parties en excès que le tourneur a laissées à l'ébauche, soit pour ménager une dessiccation plus lente, soit pour faciliter son travail, soit pour éviter le vissage et la déformation auxquels sont sujettes les pâtes ramollissables. En général les pâtes très-plastiques sont ébauchées presque à leur épaisseur; les pâtes de porcelaine au contraire présentent souvent une épaisseur telle, qu'on a peine à distinguer sur l'ébauche la pièce qu'on veut fabriquer.

Tournasser les pièces, c'est trouver, à l'aide d'outils tranchants, la pièce qu'on veut obtenir dans l'ébauche plus ou moins épaisse. On pratique cette opération sur les pièces auxquelles leur consistance permet de résister à la pression du *tournassin*; on appelle ainsi l'outil dont on se sert pour tournasser. Ces outils sont de la plus grande simplicité : les uns pour dégrossir sont des plaques d'acier à bord tranchant (*fig.* 242), minces et provenant ordinairement de vieilles lames de scie; les tournassins A sont quelquefois placés perpendiculairement à l'extrémité d'un manche B. Les uns carrés A, les autres à contours courbés C (*fig.* 243); il y en a de toute forme, surtout pour terminer; le tourneur les ajuste lui-même sur le profil que lui donne son dessin. Il se guide pour l'épaisseur, le diamètre et la hauteur des pièces qu'il tournasse, au moyen des compas que nous avons décrits pour le tournage.

Fig. 242.



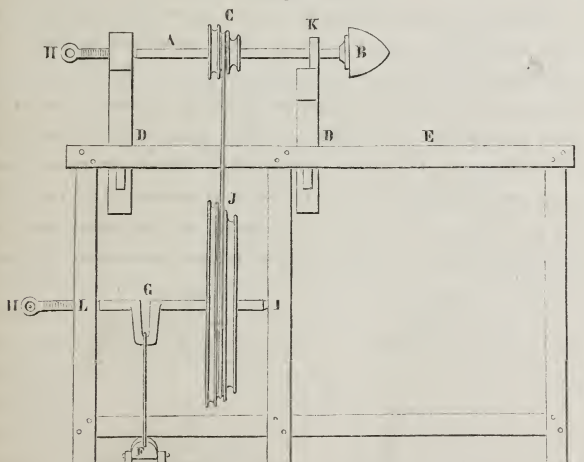
Fig. 243.



Tour. — Le tour dont on fait usage est souvent le même que celui dont on se sert pour ébaucher; mais aussi quelquefois il est différent: dans un cas, l'axe de la pièce est vertical; dans le cas contraire, il est horizontal : c'est aux tours de cette dernière espèce qu'on a donné le nom de *tours anglais* ou de tours en l'air : on les emploie de préférence toutes les fois que la consistance de la pâte permet une vitesse considérable du tour : on ne saurait les employer au tournassage des pâtes de porcelaine qui n'ont en général que peu de liant; les fabricants de faïence fine ont tous adopté le tour anglais pour tournasser les pièces: tantôt il est mis en mouvement par un enfant *sauteur* qui agit sur une pédale, tantôt par une femme tournant une manivelle, tantôt enfin par un moteur mécanique dont le tournasseur règle l'action au moyen de freins sur lesquels il presse à volonté, tout en restant debout.

L'axe du tour A (*fig.* 244), horizontal, se termine par un mandrin B sur lequel on fixe les pièces et qui tantôt pénètre dans leur

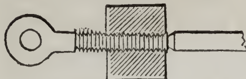
Fig. 244.



intérieur quand on tournasse l'extérieur, tantôt au contraire les prend par l'extérieur, lorsqu'on tournasse l'intérieur; un certain nombre de poulies C placées sur l'axe en règlent la vitesse de rotation; les montants D portent les coussinets, ils s'engagent dans la table E et sont fixés par des épaulements et des coins en bois.

La pédale F est attachée au levier coudé G qui fait l'office de manivelle et transforme en mouvement circulaire continu le mouvement alternatif du pied; une vis engagée dans un écrou L (*fig.* 245) resserre à volonté le pivot dans sa crapaudine I; les poulies J font tourner l'axe A par l'intermédiaire des poulies C.

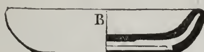
Fig. 245.



La pièce se fixe sur le mandrin soit par la seule humidité de ce dernier, soit au moyen d'un peu d'eau mise avec un pinceau, soit avec une légère compression exercée circulairement par une pointe sur les surfaces de contact.

Lorsque le tournassage se fait sur un tour ordinaire, le mandrin placé verticalement maintient la pièce plus sûrement.

Fig. 246.



Pour donner un exemple, supposons que le tourneur, après avoir ébauché la soucoupe (*fig.* 246), ait à la terminer; il devra chercher dans l'ébauche la soucoupe elle-même, il commence par la placer sur un mandrin (*fig.* 247), mais l'intérieur en dedans, puis avec la lame de scie (*fig.* 242) qu'il applique bien horizontalement, quand l'axe de la pièce coïncide avec l'axe du tour, il détermine un plan qui va servir de repère pour faire l'intérieur et l'extérieur de la soucoupe : à cet effet, il retire la soucoupe, la place, renversée, devant le porte-mesure et trace avec l'aiguille fixée à la hauteur convenable un trait D (*fig.* 249); il place de nouveau l'ébauche sur le mandrin et avec la lame il enlève toute la pâte qui se trouve au-dessus du trait D.

Fig. 247.

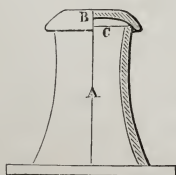
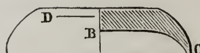


Fig. 248.



Fig 249.



L'ébauche prend la forme (*fig.* 248) d'un bloc de l'épaisseur de la soucoupe et de son pied; le compas (*fig.* 250) est ouvert sur le trait pour donner le diamètre; il le présente à l'extrémité C en abattant l'angle jusqu'à ce que le diamètre de la pièce soit bien

exactement celui du trait; il détermine de la sorte la petite surface cylindrique C (*fig.* 251). L'ouverture du compas lui donne

Fig. 250.

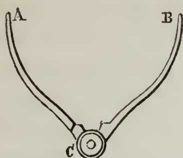


Fig. 251.

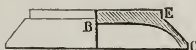
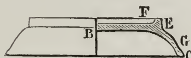


Fig. 252.



le diamètre du pied (*fig.* 252), il forme de la sorte la surface cylindrique E et la surface conique qui réunit les deux parties E et C; il creuse le pied en se réglant pour la profondeur avec le tenon D de la mesure (*fig.* 253) et termine le profil au moyen du tournassin (*fig.* 254) qu'il a taillé d'après le dessin suivant la ligne

Fig. 253.

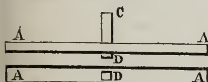


Fig. 254.

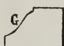
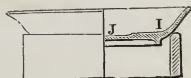


Fig. 255.



Fig. 256



coupante G. Pour faire l'intérieur, il retourne l'ébauche dans le mandrin, il la centre et la fixe, puis il la finit avec le calibre (*fig.* 255) qui donne le contour I et la dépression centrale J (*fig.* 256). C'est en tournassant ainsi qu'on forme sur les pièces les filets et les gorges, qu'aucune sorte d'ébauchage ou de moulage ne pourrait donner avec la netteté voulue.

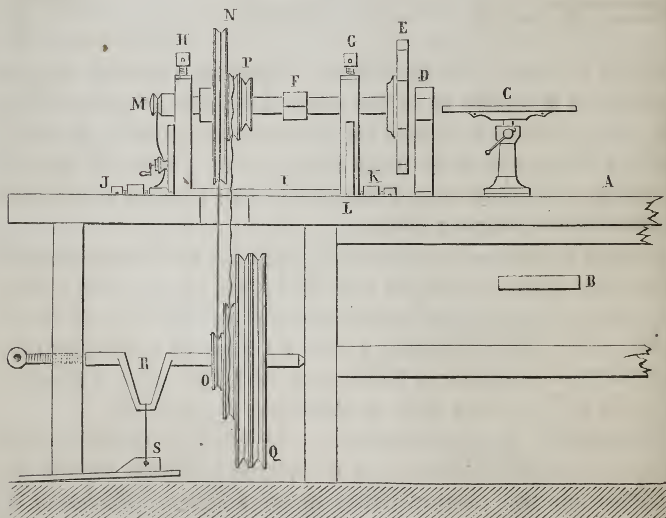
Lorsque la pièce est amenée de la sorte aux dimensions exactes qu'elle doit avoir, on remplit avec une corne ou une lame d'acier les petites cavités pouvant se présenter sur la surface qui se trouve comme polie. Cette opération a pour les faïences communes l'inconvénient de s'opposer à l'adhérence de la pâte avec la glaçure. On ne la pratique plus aussi généralement qu'autrefois.

Guillochage et gaudronnage. — Le moulage ordinaire peut donner le moyen d'obtenir sur des pièces de forme donnée des *gaudrons* ou des demi-cylindres qu'on nomme *cannelures;* le moule donne soit en creux les parties qui doivent être en relief, soit en relief les parties qui doivent être en creux; il suffit de terminer l'ébauche au moyen d'un réparage. Mais ce procédé, prompt et convenable dans beaucoup de cas, ne peut être appliqué

dans beaucoup d'autres, car il laisse visibles sur l'autre surface des pièces les inégalités de celle qui est décorée de gaudrons et de cannelures. On a proposé le tour à *guillocher*, dont on fait usage dans quelques industries pour canneler, guillocher et gaudronner le bois, les métaux, le plâtre et l'albâtre, pour remédier à ces inconvénients majeurs pour les tasses, les soucoupes, en général pour tous les objets légers qu'on peut prendre à la main. M. Baudet a décrit un tour qui lui a permis de réussir le gaudronnage des pâtes céramiques, et la manufacture de Sèvres établit aujourd'hui d'une manière courante un grand nombre de pièces guillochées au tour. Entrons ici dans quelques détails et commençons par le tour à guillocher de la manufacture de Sèvres, dont l'explication fera mieux comprendre les outils de même nature dont on s'est anciennement servi.

La table du tour A (*fig.* 257) est percée dans sa longueur et au milieu de sa largeur d'une ouverture qui laisse passer les tour-

Fig. 257.



nassures dans un coffre B, et sert à fixer un appui qui peut être alors, à la volonté du tourneur, éloigné plus ou moins du support D. Ce support, qui sert à déterminer la course régulière et

contournée, commande une *rosette* E; la course se traduit par les gaudrons et guillochages de la pièce que le mandrin présente sous l'outil du tourneur. L'axe F du tour tourne entre les tourillons de deux poupées G et H qui peuvent recevoir un mouvement circulaire autour d'un axe I tournant dans les tourillons J et K. Deux ressorts L maintiennent constamment le contact entre le support qui presse sur le contour de la rosette et la rosette elle-même. Une disposition particulière et très-simple permet de guillocher avec ce tour les surfaces planes, comme dessous de tasses, de coupes, etc. Les poupées possèdent encore un mouvement de translation suivant la direction de l'axe en glissant dans les tourillons J et K : un ressort M ramène les poupées dans leur position respective lorsque la pointe du support les a poussées pour les faire reculer, au moment où la partie saillante de la rosette se présente à cette pointe. L'axe du tour porte deux poulies N qui, correspondent à la poulie O de l'axe moteur, et la poulie P, d'un petit diamètre, qui correspond à celle Q d'un diamètre plus grand fixé sur l'axe brisé R mis en mouvement par la pédale S. On a deux cordes qui s'enroulent à volonté sur les poulies N et O ou P et Q; de cette façon le mouvement de la pédale se transforme, soit en un mouvement rapide, soit en un mouvement très-lent : le premier mouvement permet de tournasser en rond, après qu'on a fixé par des *cales* les poupées mobiles; le second mouvement permet de guillocher, lorsque les cales ont été retirées et que les poupées peuvent tourner autour de leur axe I.

Les détails qui suivent rendent facile à comprendre le mouvement des poupées. L'outil du tourneur, coupant, est fixé presque immobile sur l'appui (*fig.* 258) en élévation et (*fig.* 259) en plan : dans une colonne creuse A se meut une tige B terminée par une sorte de traverse C; une vis à clef presse sur la tige pour la maintenir à la hauteur que le tourneur désire; un socle E, qui sert de base à l'appui, se termine par deux branches en forme de fer à cheval F, sur lesquelles on place une plaque carrée G traversée par un boulon qu'on serre au moyen d'un écrou dans la fente qui coupe la table du tour.

Fig. 258.

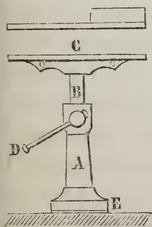


Fig. 259.



En face du tournassin se présente la pièce solidement emmandrinée sur le nez de l'arbre. Ce nez (*fig.* 260) ne se pose qu'après que la rosette a été mise en place. On a des rosettes de toutes formes et de toutes grandeurs, guillochées sur la circonférence et guillochées sur leur plan. Dans ce dernier cas, elles peuvent engendrer des solides plus variés. La même rosace peut donner des cylindres (*fig.* 261 ou 262) suivant qu'on guidera la poupée par le support antérieur ou par le support postérieur. Les surfaces cylindriques peuvent, avec la plus grande facilité, se transformer en surfaces conoïdes : il faut alors

Fig 260.

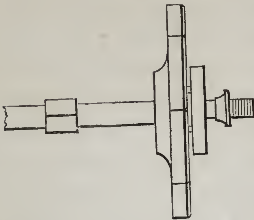


Fig. 261.

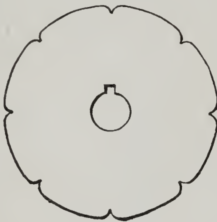
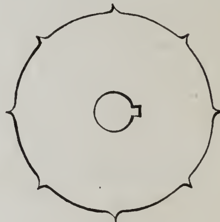
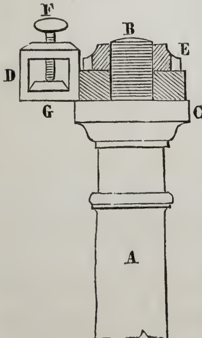


Fig. 262.



que la pression sur la rosette puisse s'exercer, soit perpendiculairement, soit parallèlement à l'axe de rotation. La tête du support porte à cet effet deux coulisses dont les axes mobiles dans un plan horizontal se coupent à angle droit.

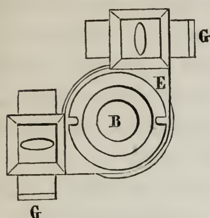
Fig. 263.



La tête du support A (*fig.* 263) se termine par une tige taraudée B dans laquelle on engage l'œil de la plate-forme C qui porte les coulisses D; pour fixer cette plate-forme on la surcharge d'un écrou E qu'on serre lorsque les coulisses occupent la position voulue. De petites lames de buis bien dur G (*fig.* 264) qu'on met au contact de la rosette impriment à l'axe du tour le mouvement nécessaire au guillochage. Lorsque ces lames sont placées

à la longueur voulue, on les fixe dans le support au moyen des vis F qui traversent les coulisses dont le chapeau forme écrou.

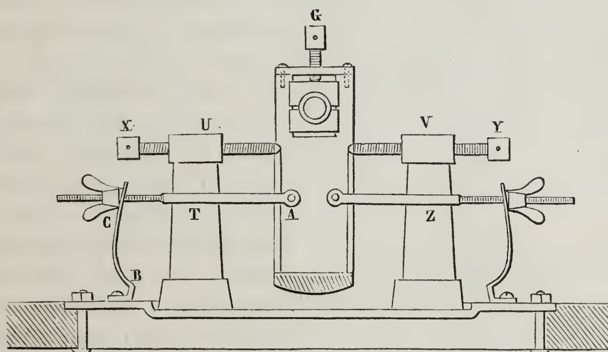
Fig. 264.



On a figuré (*fig.* 265) une vue de la poupée G qui porte le coussinet de l'arbre du tour, afin de faire saisir comment on peut tourner rond, en serrant les vis X et Y qui traversent les montants U et V solidement fixés sur la table du tour.

Lorsqu'on veut guillocher, les vis X et Y étant dévissées, on met la lame de buis au contact de la rosette de manière que sa pointe corresponde au fond des gaudrons; on enlève la fourchette Z qui existe du côté de la lame qui presse en plaçant la fourchette opposée T; on la fixe sur le tenon A et le ressort B; on ajuste la vis

Fig. 265.



à oreille C; quand le tour est en mouvement, le diamètre de la rosette augmente, l'arbre se recule, le ressort cède, et, l'obstacle passé, la force élastique de ce ressort ramène en avant l'arbre qui suit à chaque instant un mouvement variable avec la distance du point de contact et l'axe du tour.

La *fig.* 266 fait voir le detail de la fourchette qui fait agir le ressort C.

La poupée H (*fig.* 267) qui fait corps avec la poupée G, par l'intermédiaire d'une traverse coulée d'une seule pièce, reçoit les mèmes mouvements d'oscillation; nous n'en donnerions pas

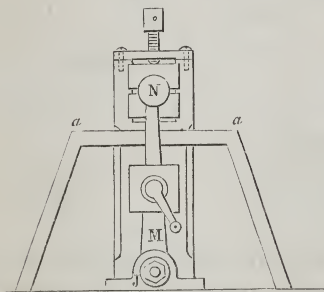
le dessin si le ressort qui ramène les poupées dans leur position primitive, lorsque la pression de la lame sur la rosette agit dans la direction de l'axe, n'y était adapté. Ce ressort M s'engage dans une gorge qui termine l'axe et est réglé par une vis P serrée par une manivelle R dans un écrou O venu de fonte avec la poupée G elle-même. Lorsque la rosette est mise en contact avec la lame de buis dans la partie la plus déclive, on amène par la vis P le ressort M à presser contre la gorge de l'arbre en forçant la rosette sur la lame; lorsque les parties saillantes passent devant le support l'arbre recule, et l'élasticité du ressort le ramène sur lui-même quand la saillie de la rosette diminue. La description que je viens de donner est complétée par la vue longitudinale des poupées (*fig.* 268) qui laisse voir la traverse qui les réunit et les coussinets dans lesquels elles éprouvent leur double mouvement rectiligne et circulaire alternatif.

Fig. 266.

B B
C C
A A

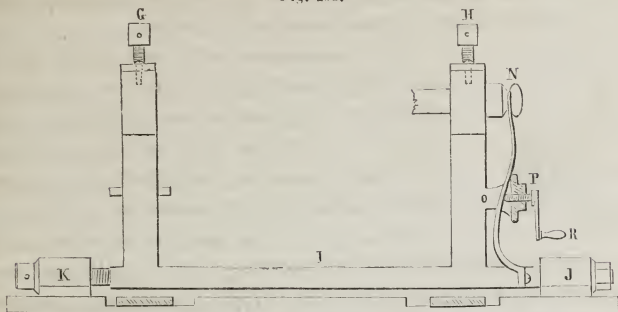
Le tour imaginé par M. Baudet, pour le guillochage des objets en pâte céramique, a sans doute été le point de départ des perfectionnements que nous venons d'indiquer; il est en effet facile de retrouver dans les dessins de celui qu'il a fait breveter en 1817 les dispositions dont nous avons fait ressortir les avantages. Je me borne donc à donner un simple croquis (*fig.* 269) pour faire comprendre la manière dont on peut à volonté changer la vitesse rapide du tour pour tourner rond en une vitesse moindre pour guillocher. Le tour est établi sur la table A, très-près de deux armatures en fer B, B, entre lesquelles sont logés les coussinets de deux axes, installés aux extrémités d'une tige qui glisse entre les deux montants et pouvant se lever ou s'abaisser tout en conservant leurs distances respectives. Les roues C et D sont en communication; elles entraînent chacune une poulie, l'une E d'un grand diamètre, l'autre F d'un petit rayon. Sur l'arbre du tour sont deux poulies à gorge, l'une G communiquant avec la

Fig. 267.



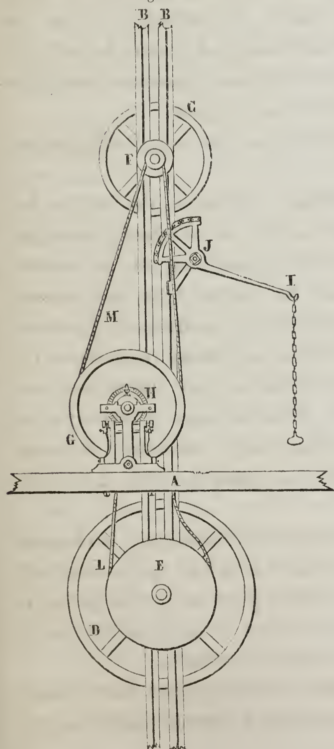
poulie F, l'autre H communiquant avec la poulie E. Lorsqu'on

Fig. 268.



agit sur le bras du levier I tournant autour de l'axe J fixé sur l'une

Fig. 269

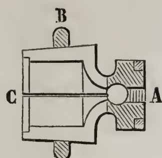


des armatures, on soulève le coussinet de la roue C, la corde L est distendue, la corde M est tendue et le tour tourne lentement; quand on laisse retomber la tige qui porte les coussinets, la corde L se tend, la corde M devient lâche et l'arbre du tour prend une vitesse considérable qui permet de tourner rond.

On doit à M. Baudet une forme particulière de mandrins qui jouissent d'une certaine élasticité, et sont moins sujets que les mandrins ordinaires à briser les pièces. Ces mandrins, à vis ou à collier, reçoivent les pièces, soit intérieurement (*fig.* 270), soit en dessus (*fig.* 271). Ces mandrins à ressort, au moyen de leurs bagues unies ou à vis que l'on peut avancer ou reculer à volonté, pour le tournage tant intérieur qu'extérieur, compriment ou relâchent la pièce, suivant le besoin, et la laissent

tomber dans la main; il n'y a pas d'effort à faire pour la dévêtir, contrairement à ce qui se passe avec les autres mandrins ordinaires qui font casser un grand nombre de pièces.

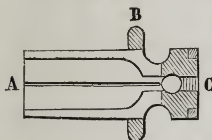
Fig. 270.



Nous terminerons ces indications sur le guillochage en rappelant qu'il est indispensable que les pièces soient ébauchées assez épaisses, et qu'elles aient pris par la dessiccation une consistance suffisante pour résister sans se briser aux secousses du tournassin.

Réparage. — On désigne principalement sous ce nom les opérations de rachevage qui s'appliquent aux pièces moulées. Les principaux actes du réparage consistent, suivant les cas, à faire disparaître les appendices nécessaires à la réussite du moulage, à gratter les coutures du moule, à boucher les trous ou bulles que le démoulage a mis à découvert; à percer les jours indispensables à l'usage ou à l'ornementation de la pièce.

Fig. 271.



On procède à ces diverses opérations par grattage, remplissage, évidage, etc.

Grattage. — On opère par grattage l'ablation de toutes les coutures, de toutes les saillies nécessaires au moulage, mais qui altèrent la forme et les contours des pièces; on enlève encore en grattant, après avoir coupé par le moyen d'un instrument coupant et dentelé, qu'on nomme *gradine*, les masses volumineuses qui demanderaient trop de temps si l'on se bornait à gratter. On enlève ainsi les masses ajoutées aux moules pour *engraisser* certaines parties qui gerceraient ou gauchiraient dans le moule; dans ces dernières conditions, ce réparage exige certaines connaissances des beaux-arts; il appartient, en quelque sorte, à l'art du sculpteur.

Le grattage doit être fait avec une grande délicatesse; on l'opère généralement sur les pâtes fines presque aussitôt après leur sortie du moule; il faut procéder sans effort pour ne pas déformer la pièce molle qui gauchirait au feu, malgré le soin qu'on aurait pu prendre de la ramener dans sa forme primitive.

Remplissage. — Il faut une grande habileté pour faire disparaître les trous occasionnés par l'air engagé dans le moule ou que

la pâte contenait, et que le grattage et souvent encore le tournassage ont rendus visibles : il est indispensable que la pâte mise dans les cavités ait la même densité que celle de la pièce même, et qu'elle n'ait pas été comprimée; il faut en mettre un léger excès qu'on enlève avec la gradine; le rebouchage opéré sans ces précautions laisse reparaître, soit en creux, soit en saillie, les défauts qu'on a voulu masquer.

Sculpture. — Nous pouvons placer ici, dans les procédés de rachevage, la méthode à laquelle on a donné le nom de *sculpture cru sur cru;* elle participe à la fois des méthodes de remplissage et de grattage; elle exige le même soin et la même habileté.

On a fait pendant ces dernières années, à la manufacture de porcelaine de Sèvres, des pièces de dimensions très-variées au moyen de cette méthode. Elle donne des objets d'une valeur artistique réelle et d'une grande importance industrielle, si celui qui la met en usage joint au talent d'un sculpteur de mérite la science d'un praticien intelligent.

La première idée de ce genre de décoration se trouve très-nettement dévoilée dans quelques poteries fines de l'époque romaine. Les Chinois en ont certainement tiré le parti le plus avantageux, et le musée céramique en offre assurément des exemples fort remarquables.

On établit, par l'un quelconque des procédés décrits précédemment, la pièce que l'on veut décorer avec des ornements en relief. On maintient la pâte humide, pour appliquer au pinceau avec précaution et par couches successives, en évitant les bouillons et les trous, un relief de pâte qu'on peut modeler ensuite, comme s'il s'agissait d'une ébauche moulée, par incision et grattage. On obtient de la sorte des saillies assez vives, très-nettes si elles ont été réparées avec toutes les précautions convenables. Cette méthode permet de conserver religieusement la touche du sculpteur, touche si souvent altérée par les opérations du moulage; elle ajoute encore à la valeur artistique de la pièce faite par ce moyen le mérite de constituer en quelque sorte une pièce unique, puisqu'elle n'a pas été confectionnée dans le but de multiplier les épreuves. Le même motif, encadré différemment, ajusté dans d'autres données, peut présenter, sans frais de composition, la plus grande variété d'aspects. Par le moulage, au contraire, pra-

tiqué comme on est dans l'usage de le faire, on n'obtient qu'une multiplicité fâcheuse pour des objets d'art.

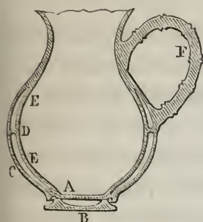
Le plus grand emploi qu'on ait fait à Sèvres jusqu'ici de ce mode de décoration est l'ornementation des vases en pâte dite *céladon*. Ce ton est légèrement verdâtre, agréable par sa finesse et sa légèreté; les ornements en pâte blanche, modelés à différentes épaisseurs, qu'on peut appliquer dessus, se marient avec la couleur de la façon la plus heureuse. On pourrait avoir des effets semblables avec toute autre pâte de couleur comme excipient; on pourrait de même varier la nuance des reliefs : mais il faut observer que l'oxyde colorant la pâte soit fixe, c'est-à-dire qu'il n'entraîne pas aux environs des points que l'artiste décore une coloration obtenue par vaporisation. L'oxyde de cobalt, qui a la propriété de jeter une vapeur bleuâtre autour des points qui le renferment, ne peut convenir pour ce genre d'ornementation.

La pâte céladon s'obtient avec la plus grande facilité en introduisant dans la pâte 5 millièmes d'oxyde de chrome. Cette pâte cuit généralement bien; elle n'exige d'autre soin que celui d'être assez triturée pour répandre uniformément l'oxyde colorant, et bien lavée pour éloigner les dernières traces du chromate de potasse que l'oxyde de chrome, par une affinité puissante analogue à ce que M. Chevreul nomme les *phénomènes de teinture*, retient toujours en quantité très-appréciable. Le mélange avec la pâte blanche rend soluble le chromate qui résiste au lavage par l'eau bouillante. Ce sel doit être enlevé, car il s'étendrait par capillarité jusque sur la surface des reliefs de pâte blanche, et les teinterait en vert par sa transformation en oxyde de chrome sous l'influence de la chaleur. Il arrive cependant quelquefois, lorsque, pour une cause ou pour une autre, le four se charge pendant la cuisson d'une grande quantité d'humidité, qu'il se développe et se répand sur les reliefs blancs ou sur certaines parties de la pâte un sel soluble de chrome qui dépose plus tard de l'oxyde vert ou brun. La pâte céladon cuit généralement avec un ton plus agréable dans une atmosphère réductive que dans une atmosphère oxydante : pour les motifs précédemment énoncés, elle doit cuire autant que possible dans une atmosphère dépouillée d'humidité.

Évidage. — Quelques pièces offrent des ouvertures ou *jours* qu'on fait à la main; le moulage indique généralement par un

trait les contours qu'il faut découper; c'est avec une lame bien effilée qu'on perce les jours; il faut une grande légèreté dans la main: pour les pâtes peu plastiques, comme les pâtes de porcelaine, on confie ce travail à de jeunes filles dont la main est généralement assez légère. La *fig.* 272 donne la coupe d'un pot à l'eau forme chinoise, formé de deux enveloppes dont l'une C extérieure est découpée.

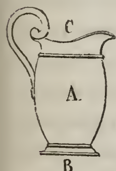
Fig. 272.



Estampage et moletage. — Ces opérations, dont on fait usage pour la décoration d'un grand nombre de poteries simples, exigent quelques précautions pour conduire à des résultats industriels. La pâte doit être assez molle pour recevoir facilement l'empreinte du cachet ou de la molette; mais il faut en même temps qu'elle ait assez de résistance pour ne pas adhérer à l'instrument; on évite en partie cet inconvénient en frottant ce dernier avec une matière grasse (essence, huile, graisse). Ces difficultés sont telles pour la porcelaine, qu'on n'a pu réussir à les estamper que sous une épaisseur très-considérable; l'ébauche est alors très-sujette à se fendre pendant la dessiccation.

Collage. — Nous avons vu comment se préparaient les diverses pièces de poterie; nous avons fait comprendre que peu d'objets céramiques, à cause de leurs formes, de leur usage, des procédés économiques à l'aide desquels on doit les établir, pouvaient être formés d'un seul morceau. Lorsque par le rachevage les divers fragments d'une même pièce sont terminés, il faut les réunir; on donne le nom de *collage* à l'opération qui permet la réunion des diverses parties composant un même tout. On donne en général le nom de *garniture* aux becs, anses, manches de divers ustensiles, et le nom plus particulier de *garnissage* au collage des garnitures. La pièce *fig.* 273, par exemple, est formée de trois parties collées ensemble.

Fig. 273.



Nous n'établirons ici de distinction qu'entre l'applicage et le collage proprement dit; le garnissage ne pourrait d'ailleurs s'opérer qu'avec des collages et des applications dépendant de la forme des garnitures; dans tous les cas, la barbotine sert pour réunir solidement,

même avant la cuisson, les garnitures et les pièces qui doivent les recevoir; mais il est certaines précautions que nous allons résumer.

Il faut autant que possible que les parties à réunir se présentent dans le même état de dessiccation, soit également humides, soit également sèches; lorsque les pâtes sont également humides, la barbotine suffit pour coller solidement, même avant la cuisson, les deux parties qui doivent être soudées; lorsque les pâtes sont toutes deux sèches, elles absorberaient rapidement l'eau de la barbotine, avant même qu'on ait eu le temps de présenter l'une sur l'autre les surfaces de contact : on obvie à cet inconvénient en gommant les surfaces d'application et la barbotine elle-même; l'eau gommée fait contracter aux deux pièces une adhérence provisoire qui suffit pour maintenir les parties dans leur position respective pendant la cuisson.

Lorsque les pièces sont réunies, il est indispensable que le feu ne dérange ni l'une ni l'autre; il convient que les pâtes mises en contact aient la même retraite et qu'elles aient été façonnées par la même méthode; car on comprend que la pièce tournée, qui prend sa retraite suivant une spirale, n'est pas dans les mêmes conditions qu'une rosace moulée, qui se retire régulièrement sur son centre de figure : cette dernière condition n'est pas souvent remplie.

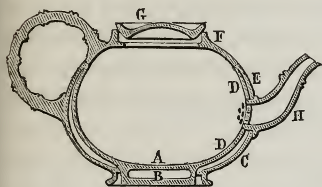
Applicage. — Lorsqu'on veut coller une pièce sur une autre, on commence par ajuster les deux surfaces de contact. On les présente l'une sur l'autre; quand l'une d'elles est moulée, le moule indique souvent l'inclinaison et la courbure du point d'attache; on détermine la place; puis, après avoir présenté la plus petite sur la plus grande, on trace sur les surfaces d'application des raies croisées en tous sens, qui multiplient les points de contact; on place sur les surfaces rugueuses ainsi formées une couche mince de barbotine, soit avec une petite palette, soit avec un pinceau. Cette couche ne doit être ni trop mince ni trop épaisse: trop mince, elle ne donne pas une réunion suffisante; trop épaisse, elle met entre les surfaces à réunir de la pâte d'une densité différente entraînant des gerçures, des fentes et quelquefois séparation. L'application est réparée comme une pièce sortant du moule : on enlève en grattant l'excédant de barbotine que la légère com-

pression exercée pour déterminer le contact a fait s'épancher tout à l'entour des surfaces d'application.

Lorsqu'on veut appliquer des anses moulées sur des tasses tournées, il faut faire attention que la retraite entraînera les anses en les inclinant; il faut savoir prévoir le sens et l'angle de l'inclinaison que présentera le cru pour que l'anse sorte droite du four après la cuisson. L'expérience seule peut donner ces indications; elles varient avec chaque forme, avec chaque dimension. Nous devons borner ici les observations relatives à ce sujet; on trouvera de plus amples détails dans le *Traité des Arts céramiques* de M. Brongniart, t. I, p. 165 et 168.

Collage. — Nous avons vu que la hauteur des pièces, leur forme, s'opposaient fréquemment à ce qu'elles fussent ébauchées d'un seul morceau. On est alors obligé de réunir ces diverses parties comme les collets et les culots d'un vase; c'est alors surtout que le collage exige une grande habileté pour qu'il n'altère pas les contours de la pièce; les pieds des tasses coulées sont collés; les becs, anses et fonds des pièces reticulées sont également collés (*fig.* 274). Il importe, pour obtenir un collage invisible et complet, que la retraite des pièces soit exactement la même sur les surfaces de contact. En général, on ne doit présenter que des pièces dans le même état de dessiccation lorsqu'on les taille en biseaux.

Fig. 274.



Quelques collages se font avec la glaçure; mais il faut éviter une trop grande épaisseur, qui occasionne des fentes et quelquefois la casse des objets, lorsque les surfaces de contact sont un peu considérables.

FAÇONNAGE DES POTERIES COMPOSÉES.

Là se terminent toutes les diverses opérations qui constituent le façonnage des *poteries simples;* il suffit de les laisser sécher lentement pour n'avoir plus qu'à les porter au four dans lequel elles prendront toutes les qualités qu'elles reçoivent d'une cuisson appropriée. Mais aujourd'hui, dans les arts céramiques, les poteries simples ne font que l'exception; car on sait généralement recou-

vrir toutes les poteries simples, à quelque genre qu'elles appartiennent, d'une glaçure vitreuse, ajoutant à leurs qualités, imperméabilité, éclat, propreté; les *poteries composées* sont en effet de beaucoup les plus importantes.

Pour ne pas nous écarter du programme de généralité que nous nous sommes imposé, nous nous occuperons donc immédiatement des glaçures, en rejetant, après leur étude, l'examen des divers appareils dans lesquels on procède à la cuisson des poteries; nous sommes d'autant mieux fondé à suivre cette méthode, que ces appareils ne diffèrent pas dans leurs formes, qu'il s'agisse de cuire des poteries simples ou des poteries composées. Bien plus, on peut cuire simultanément, dans le même appareil, dans le même espace ou dans des compartiments séparés, des objets appartenant à ces deux sortes de poteries. *Cuire* une poterie, en effet, c'est déterminer l'état particulier qu'on développe dans les poteries façonnées, lorsqu'elles doivent acquérir par l'action d'une chaleur convenable la porosité nécessaire à leur mise en glaçure, tout en perdant la propriété de se ramollir et de se déformer pendant leur contact avec l'eau, tout aussi bien que lorsqu'elles doivent, au contraire, perdre cette porosité soit par le ramollissement et la vitrification de la pâte, soit par la fusion des glaçures.

GLAÇURES.

En résumant ce que nous avons dit de la classification des poteries, nous pouvons voir que la nature chimique des enduits vitreux forme la base des espèces que nous avons admises.

Nous rappellerons que nous avons distingué ces glaçures en quatre sortes : *vernis*, *émail*, *glaçure boracique* et *couverte*.

Vernis. — Le vernis est une glaçure transparente et plombifère, plus ou moins résistante et plus ou moins fusible, suivant sa composition et suivant la nature de la poterie sur laquelle on l'applique; il contient quelquefois de l'acide boracique.

Émail. — L'émail est une glaçure opaque ordinairement stannifère, cachant la couleur désagréable de la pâte.

Couverte. — On donne le nom de *couverte* à toute glaçure terreuse, plus ou moins fusible, plus ou moins transparente.

Quelle que soit la composition de ces glaçures, lorsqu'elles sont mises sous une épaisseur très-mince, elles prennent le nom de

lustres ; mais généralement les lustres sont alcalins : ils sont quelquefois ajoutés à la surface des pièces façonnées; ils proviennent quelquefois aussi du simple transport sur cette surface, pendant la dessiccation, de matières salines ou contenues dans la pâte, ou provenant de la décomposition par l'eau de quelques-uns des éléments altérables qui constituent cette pâte.

Dans tous les cas, les glaçures sont de véritables verres souvent formés de toutes pièces, fondus ou non fondus avant leur application sur la poterie façonnée, mais qui souvent aussi se composent au moment même de la cuisson par la combinaison de l'enduit non vitreux avec la silice de la pâte réagissant à la température rouge. Les glaçures des poteries anglaises, celles des porcelaines dures, l'émail des faïences communes appartiennent aux premiers enduits; l'alquifoux, dont on forme la glaçure des poteries communes, le sel marin en vapeur qu'on met au contact des poteries de grès, composent la deuxième sorte d'enduits. L'addition de l'acide borique ou de l'acide phosphorique ajoute aux variétés que peuvent présenter chimiquement les glaçures considérées comme matières vitreuses.

ÉLÉMENTS QUI COMPOSENT LES GLAÇURES.

Nous indiquerons, comme nous l'avons fait pour les pâtes, ceux des matériaux auxquels on emprunte, dans l'art de faire la poterie, les éléments constitutifs des matières vitreuses. Nous les connaissons de nom; leurs propriétés sont également connues; nous n'aurons donc à détailler que les fabrications dans lesquelles on en fait spécialement usage. Ce sont :

1. Le quartz.
2. Le feldspath.
3. Le gypse.
4. Le carbonate de chaux.
5. L'acide borique.
6. Le borax.
7. Le sel marin.
8. Le spath fluor.
9. La potasse et la soude.
10. L'oxyde d'étain.
11. Les oxydes de plomb.
12. Les oxydes de fer.
13. Les oxydes de manganèse.
14. Les ocres.

On voit que parmi ces matériaux, les uns sont directement fournis par la nature : ce sont ceux qui donnent le plus d'économie; les autres sont des produits des arts industriels : ils ajoutent aux dépenses de la fabrication.

QUARTZ. — Le quartz, le sable et les cailloux roulés fournissent les parties siliceuses des verres ou des cristaux qu'on emploie dans la confection des poteries. On ajoute encore ces éléments à la couverte des porcelaines dures lorsque la pegmatite qui la compose ne présente pas la fusibilité voulue; on diminue proportionnellement la quantité d'alumine, et le point de fusion du verre est singulièrement abaissé.

FELSDPATH. — Le feldspath n'est plus exclusivement introduit dans la fabrication des couvertes de porcelaine dure : on en fait un usage important pour les glaçures des grès, de même qu'on s'en sert pour faire entrer les alcalis et la silice dans les vernis des faïences perfectionnées et des cailloutages anglais.

SULFATE DE CHAUX ET CRAIE. — Le gypse et le carbonate de chaux ajoutent à la fusibilité des glaçures.

Craie. — Les Chinois mêlent au pétrosilex, qui constitue la majeure partie des couvertes de leurs porcelaines, de la chaux calcinée.

Sulfate de chaux. — Les Allemands mêlent à leurs compositions, dans les mêmes circonstances, du sulfate de chaux qui n'introduit que de la chaux, l'acide sulfurique disparaissant sous l'influence de l'acide silicique, à la chaleur blanche. Le carbonate de chaux forme aussi l'élément fusible de la couverte de certains grès salubres qu'on fabrique aujourd'hui dans un grand nombre de localités : on sait d'ailleurs que la chaux devient partie constituante des laitiers qu'on emploie quelquefois comme glaçures pour quelques poteries grossières, recommandées au point de vue de l'hygiène.

ACIDE BORIQUE ET BORAX. — Ces matériaux, dont nous avons indiqué l'usage et les qualités, entrent principalement dans la composition des glaçures perfectionnées, dont le prix de vente comporte cette dépense. Nous avons déjà dit que, du jour de l'introduction de cet élément dans la fabrication des faïences, date une amélioration notable. Un brillant considérable, une grande dureté, la décoloration de la pâte : tels sont les avantages qui résultent de cette addition aux anciennes glaçures des terres de pipe. On en ajoute aux compositions des vernis des porcelaines tendres anglaises et françaises; une plus belle fusion des couleurs de fond paraît en être la conséquence.

Spath fluor. — Le spath fluor, dont nous connaissons la fusibilité remarquable, est d'un usage assez étendu dans quelques parties de l'Allemagne; on en ajoute aux glaçures des porcelaines dures: il est probable qu'on en pourrait faire un emploi beaucoup plus général encore pour les glaçures des faïences cuites à température élevée.

Sel marin. — Le sel marin n'est indiqué que dans quelques anciennes recettes, pour introduire l'alcali dont on a besoin; il sert encore à faire perdre par volatilisation, à l'état de chlorure, quelque peu du fer introduit par le sable et les autres matériaux impurs que le faïencier de terre commune emploie généralement. On en fait entrer encore aujourd'hui dans le dosage de l'émail qui forme la glaçure des faïences communes, et je ne sache pas qu'aucun fabricant ait aujourd'hui soit supprimé, soit remplacé cet élément.

L'usage le plus important du sel marin dans la fabrication des poteries, c'est son emploi dans le salage des grès fins et communs; on en consomme pour cette opération des quantités considérables, et les qualités que présente cette sorte de glaçure l'empêcheront de disparaître sitôt des pratiques industrielles. La facilité avec laquelle elle s'adapte à la pâte des grès cérames paraît d'ailleurs liée d'une manière intime à la composition chimique de cette pâte. L'analyse a démontré que le glacé complet s'obtenait avec d'autant plus de facilité que la composition contenait davantage de silice. Cet excès de silice, conseillé par la pratique, indiqué par l'expérience, a bien certainement pour but de faciliter, sous les influences réunies des gaz humides et d'une température élevée, la décomposition du chlorure de sodium projeté dans le foyer vers la fin de la cuisson.

Quoiqu'il soit impossible à priori de décider s'il faut attribuer l'identité d'action du sel marin sur la terre sableuse ou l'argile, soit à ce que les argiles ne sont que des mélanges naturels de sable et de silicates d'alumine, soit à ce que sous l'influence d'une température élevée le sable lui-même se combine directement à l'alumine ou au silicate d'alumine, comme semblent le prouver d'anciennes expériences de M. Berthier, il n'en résulte pas moins pour la pratique ce fait important que le sel marin est décomposé dans des circonstances déterminées, quel que soit l'état de la silice dans la composition, pourvu qu'elle y soit en quantité convenable

et suffisante. Il me paraît utile de rappeler que MM. Brongniart et Malaguti n'ont pu donner au biscuit de la porcelaine de Sèvres qu'un glacé peu sensible en soumettant cette substance à l'opération du salage.

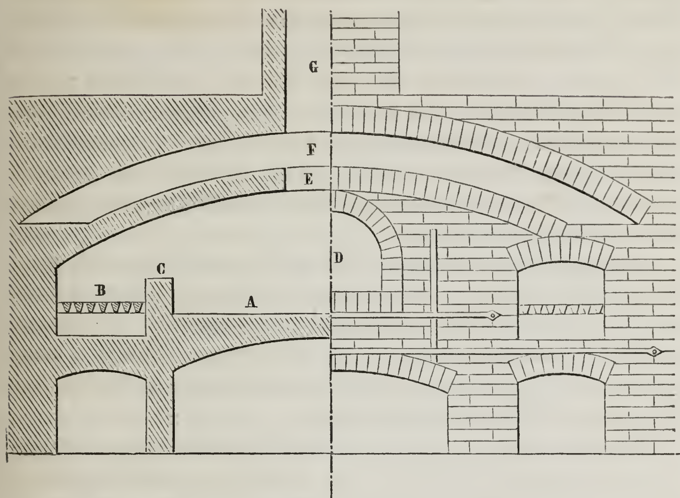
Alcalis. — Nous avons vu le rôle important des alcalis dans la fusibilité des matières vitreuses. On n'emploie jamais à l'état isolé la potasse ou la soude : nous avons dit qu'on les introduisait, lorsqu'on ne jugeait pas convenable de les emprunter aux matières pierreuses telles que le feldspath et les roches qui contiennent ce minéral, à l'état de carbonates, nitrates, sulfates; dans ce dernier cas, il faut avoir recours au mélange de carbone pour dégager le soufre. Cette méthode, au reste fréquemment employée dans l'art de la verrerie, l'est beaucoup moins dans les arts céramiques, qui se servent souvent de groisil ou de cassons de verre de diverses provenances. Quoi qu'il en soit, lorsqu'on fait usage de la potasse ou de la soude à l'état de sels solubles, on les fait fondre ou fritter préalablement pour détruire leur solubilité qui s'opposerait à ce qu'on pût appliquer la glaçure par les moyens économiques en usage dans la plupart des fabriques.

Oxyde d'étain. — Lorsque la pâte de la poterie est colorée et qu'on cherche à la masquer sous l'opacité de la glaçure, c'est à l'étain qu'on emprunte l'opacité voulue. L'oxyde d'étain forme un oxyde blanc qui ne paraît pas se dissoudre dans les matières vitreuses, verres ou cristaux. On engage cet oxyde dans une combinaison ou simplement dans un mélange avec l'oxyde de plomb, pour l'ajouter aux matières fondantes qui formeront par leur combinaison, sous l'influence d'une température convenable, un flux vitreux maintenant en suspension l'oxyde d'étain. Dans la plupart des faïences, la *calcination*, c'est-à-dire l'oxydation de l'étain métallique et du plomb, se fait dans un fourneau spécial à réverbère, qu'on nomme *fournette*.

Nous donnons (*fig.* 275), à titre de renseignement, la description d'un de ces petits fourneaux employés dans les fabriques de Paris et de ses environs. Une sole en briques réfractaires A reçoit le plomb et l'étain métalliques. La flamme produite dans deux grilles latérales B, chauffées au charbon de terre, rabat par-dessus l'autel C dans le four en suivant la voûte pour se diriger vers la porte D, par laquelle l'ouvrier remue le plomb et l'étain fondus;

cette porte reste ouverte et sert en même temps au chargement

Fig. 275.



des métaux comme à l'enlèvement des matières; on pourrait réserver sur la partie antérieure une partie ouverte donnant issue aux matières calcinées pour les faire tomber au-dessous de la sole; une petite partie du gaz s'échappe par l'ouverture E, qui n'existe pas dans toutes les fournettes. Une seconde voûte F, régnant dans toute la profondeur du four, enlève les produits de la combustion pour les conduire dans la cheminée G. Le four est terminé par une plate-forme sur laquelle on peut étendre quelques matériaux qu'on doit sécher, en profitant de la chaleur perdue du combustible.

Dans un four de dimensions égales à celles représentées ici, c'est-à-dire ayant 2 mètres de profondeur, 1 mètre de hauteur de la voûte à la sole, sur $2^{m},57$ de largeur totale, comprenant celle des grilles, on peut charger 120 kilogrammes de métaux qui rendent 132 kilogrammes de calcine.

Oxyde de plomb. — Dans les compositions qui renferment du plomb, en exceptant celles dans lesquelles on introduit le plomb comme calcine, on fait usage de céruse, de minium ou de litharge. Ces matières sont insolubles; il n'est pas nécessaire de les faire

fondre préalablement ; on fait souvent usage de minium, qui colore avant sa cuisson la glaçure en rose. Souvent cependant, en Angleterre principalement, on ajoute l'oxyde de plomb déjà combiné, soit à l'état de flint, soit à l'état de fritte ; cette précaution est prise pour la confection des glaçures des cailloutages ou des porcelaines tendres ; mais souvent aussi le minium ou la céruse sont simplement mélangés aux autres matériaux qui composent la glaçure : cette dernière méthode paraît préférable en ce que la céruse et le minium s'opposent pendant la porphyrisation au plombage des matériaux fondus.

Quelques poteries grossières sont recouvertes d'un vernis plombeux qu'elles doivent à l'alquifoux ou sulfure de plomb souvent mêlé de terre sableuse, quelquefois sans addition ; les mélanges se mettent sans précaution sur la terre encore humide ; l'action du feu forme du silicate de plomb, souvent donc aux dépens de la silice contenue dans la poterie même.

Oxydes de fer. — Les silicates de fer, généralement colorés, ne peuvent entrer, à moins de cas exceptionnels dans lesquels on désire se servir comme matière colorante des tons que ces silicates possèdent, que dans les glaçures des poteries communes ou des poteries à pâte colorée. On se sert de scories de fer et de laitiers de hauts fourneaux dans la fabrication de quelques grès communs, et comme matière colorante des faïences brunes : la présence de l'oxyde de fer dans les glaçures des poteries fines et blanches, comme les porcelaines par exemple, lorsqu'il n'existe qu'en petite quantité, est moins à craindre que dans les pâtes, à cause principalement de la fusibilité du composé qui ramène le fer à l'état de protoxyde ; mais néanmoins elle est une cause de rebuts fréquents, si le four dans lequel a lieu la cuisson est disposé de manière à donner une flamme oxydante. D'ailleurs, comme on ne saurait nier l'action dissolvante de la glaçure sur l'oxyde de fer de la pâte, cette action doit être moindre quand la glaçure elle-même est déjà ferrugineuse.

Oxyde de manganèse. — On ne saurait expliquer l'influence de l'oxyde de manganèse sur les propriétés des poteries dont la glaçure est colorée par cet oxyde ; mais il est incontestable que les poteries recouvertes de glaçures brunes vont très-bien au feu. Les faïences et les poteries nommées *terre à feu* doivent cette

propriété précieuse à l'oxyde de manganèse qui les colore. Les porcelaines mêmes nommées *marabout*, qu'on destine aux usages domestiques et qui sont enduites d'une couverte brune, résistent mieux que toutes les autres porcelaines aux changements brusques de température.

Ocres. — Ce que nous avons dit au sujet des oxydes de fer s'applique aux ocres qui sont composées de terres plus ou moins ferrugineuses. Ces terres, mélangées soit à des calcaires, soit à des marnes, soit même à des argiles siliceuses, constituent des matières vitreuses d'un usage très-propre à la confection des poteries salubres; mêlées en proportions convenables, elles acquièrent une fusibilité suffisamment développée pour cuire sur des poteries colorées qui ne pourraient supporter, sans se déformer, une température élevée. C'est au mélange de cette nature qu'on ajoute le peroxyde de manganèse pour obtenir la glaçure brune des faïences communes, recherchées à cause de la propriété particulière qu'elles possèdent d'une manière très développée, celle d'aller au feu sans se briser.

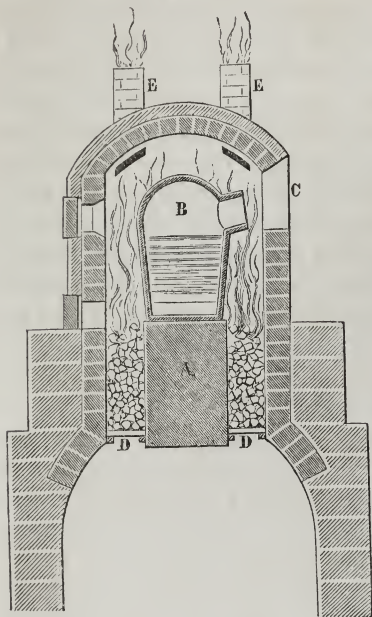
FABRICATION DES GLAÇURES.

Lorsqu'on a fixé les éléments qui composent la glaçure, on cherche pour les combiner, si cette précaution est nécessaire, à les réduire en poudre très-fine pour ajouter à la facilité de la combinaison. Le broyage des matériaux qui composent les glaçures s'exécute comme le broyage des éléments propres aux pâtes; généralement on se borne au broyage sans atteindre la porphyrisation, à moins que la matière ne doive être immédiatement employée, sans mélange, à la mise en glaçure. On commence par calciner la masse, si sa résistance est considérable, et des moulins à broyer la réduisent en poussière par écrasement. On sépare par tamisage la partie trop grossière pour la faire passer sous la meule. Les appareils sont ceux décrits dans la quatorzième Leçon.

Quand on a mêlé les matières grossièrement broyées qui, par leur mélange, doivent composer la glaçure, on les fait fondre ou fritter suivant les cas. Quand il s'agit de fondre complétement, on se sert, suivant l'importance de la fabrique, soit de fours à pots de verrerie, soit de creusets qu'on emplit aux deux tiers environ. Lorsqu'on peut se borner à faire des frittes suffisantes pour dé-

truire la solubilité des alcalis, on se contente d'étendre sur la sole d'un four à réverbère les matières à fritter ; on les place sèches sur un lit de sable qui s'oppose à toute adhérence. Dans quelques fabrications, comme dans les faïenceries, on se sert du dessous du four, où la chaleur est très-intense, pour faire fondre l'émail.

Fig. 276.

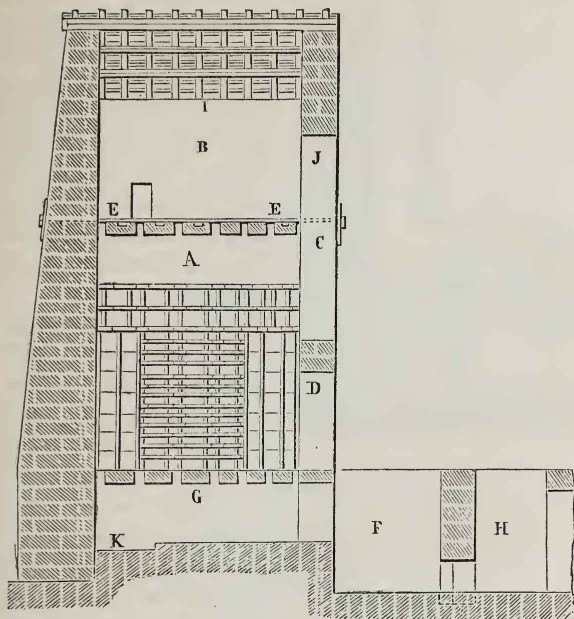


Nous donnons ici différents fours et fourneaux servant à faire les fontes pour les glaçures. Nous commencerons par l'explication du four à fondre les compositions fusibles, c'est-à-dire contenant de l'oxyde de plomb. Le four peut contenir plusieurs pots; nous supposerons qu'il n'en contient qu'un seul. Sur un massif A (*fig.* 276), on place un creuset couvert B dont la bouche correspond à l'ouverture C, par laquelle on peut mettre la composition et retirer le verre fondu. Le combustible, qui peut être de la houille, se place sur des grilles D, D; la flamme entoure le pot et s'échappe par la voûte dans des cheminées E placées à chaque angle. Dans la fabrication du verre, on dispose les pots circulairement. Lorsque la masse est complétement fondue, on écrème la matière en fusion, cristal ou verre; on la *cueille* avec des poches pour la jeter dans l'eau froide qui rend fragmentables ces matières ordinairement très-résistantes.

Dans la fabrication des faïences on a réservé sous la voûte du four G (*fig.* 277) une cavité K rectangulaire ou cylindrique suivant la forme du four. Le mélange y est étendu sur une couche de sable, sous une épaisseur d'environ 10 centimètres qui se réduisent à 7 centimètres après la fonte. Quand le refroidissement du four est complet, on retire les espèces de gâteaux que la fonte

a formés; on les broie, puis on les porphyrise après les avoir épluchés. Il est indispensable en effet d'enlever les parties tachées

Fig. 277



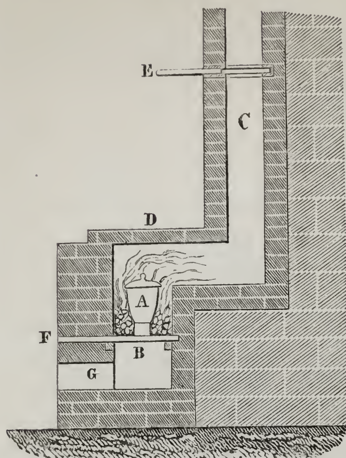
par les éclats de briques qui se séparent de la voûte pendant la cuisson, ou par les gouttelettes de verre fondu qui proviennent de l'action des cendres du combustible sur la paroi du four.

On obtient des produits beaucoup plus purs lorsqu'on a mis la matière vitreuse dans des creusets couverts placés, soit dans les étages supérieurs, soit dans les parties élevées des fours dont on utilise ainsi, en partie du moins, la chaleur perdue. On laisse les creusets se refroidir lentement en même temps que le four lui-même; on les casse, et on épluche la matière fondue avant de la broyer.

Il est très-convenable d'avoir sous la main, pour faire promptement sans attendre les cuissons au four qui peuvent être éloignées de plusieurs jours, un petit four à courant d'air (*fig.* 278) analogue à celui dont on se sert pour exécuter les essais de miné-

rais de fer. On peut fondre très-bien dans ces petits appareils

Fig. 278.



1,600 grammes de glaçure de porcelaine tendre, par exemple, en moins de six heures. Ils sont précieux pour confectionner les glaçures colorées qu'on applique souvent sur cette sorte de poterie. Dans tous les cas, ils donnent une grande facilité pour faire rapidement les essais dont on a besoin dans une fabrique qui tient à ne pas rester stationnaire.

Un creuset A repose sur une grille B qui reçoit le coke avec lequel on chauffe; les produits de la combustion s'échappent par une cheminée C qui détermine un tirage très-actif qu'on peut régler à volonté, du reste, par un registre E glissant dans des coulisses. Une porte D sert à placer le creuset, à le charger, à renouveler le combustible, à retirer la matière fondue : on se sert pour cet effet de pinces qui saisissent toute la circonférence du creuset. La *fig.* 279 donne l'idée de la forme la plus convenable pour retirer le creuset du feu; on le tient verticalement. La *fig.* 280 représente la disposition d'une seconde pince dont l'emploi facilite l'écoulement de la masse fondue. Les branches A, C tournent autour de l'axe B, et pour maintenir le creuset D, on fait usage de l'agrafe F. On donne un léger coup de marteau pour détacher le couvercle, avant de couler la matière vitreuse, soit dans l'eau pour rendre son broyage facile, soit dans des moules de fonte pour la conserver sous forme de pains ou galettes. Quand la masse est refroidie, mais pâteuse encore, on la peut marquer à l'aide d'estampilles, comme on le fait pour l'émail et les émaux de Venise.

Fig. 279.



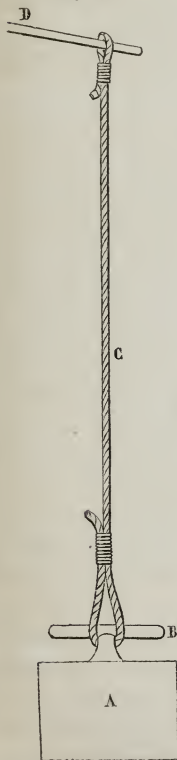
Lorsque les matières ont été fondues ou frittées, on

cherche à les amener par la porphyrisation à l'état de ténuité convenable pour la mise en glaçure; nous avons dit que certaines glaçures, comme celles de la porcelaine de Sèvres, étaient formées de roches feldspathiques sans mélange; on les broie comme les matériaux qui servent à la composition des pâtes. Les appareils décrits dans la quatorzième Leçon sont appliqués de même au broyage des matières vitreuses; on sépare par lévigation les parties réduites au degré de finesse convenable. Nous ne décrirons pas de nouveau les divers systèmes employés, mais nous terminerons ce sujet en indiquant un moyen de cassage généralement employé dans les faïenceries.

Fig. 280.



Fig. 281.



Sur une table de pierre, placée au-dessus du sol à hauteur de ceinture d'homme, on dispose un coffre en bois pour arrêter les éclats qui s'échappent sous le choc d'une pierre très-dure, d'un poids assez considérable; cette pierre, ayant la forme d'une petite meule A circulaire (*fig.* 281), est suspendue par une espèce de T en fer B, au moyen d'une corde C à l'extrémité d'une perche élastique D d'une certaine longueur, encastrée dans le mur. La masse d'émail à casser est placée sur la table. En appuyant sur la poignée T, on détermine un choc qui la brise. L'élasticité de la perche relève la meule et soulage l'ouvrier dont les efforts musculaires sont amoindris.

POSAGE DES GLAÇURES.

Quand les éléments qui composent les glaçures ont été suffisamment broyés, ce qu'on reconnaît aux mêmes moyens que lorsqu'il s'agit des matériaux destinés à la confection des pâtes, on les amène, si la glaçure est composée d'une seule matière, dans l'état convenable pour la pose de la glaçure, c'est-à-dire à l'état sec ou

à l'état de bouillie d'une consistance convenable suivant les cas; au contraire, si la glaçure est composée d'éléments variables, on opère le mélange des diverses substances que l'expérience a fait reconnaître comme les meilleures pour le produit que le fabricant établit; on agit comme s'il fallait composer une pâte, puis on procède à la mise en glaçure. Comme le nombre des pièces qu'on doit couvrir de ces enduits est toujours considérable, il faut employer des moyens économiques. On opère généralement par *saupoudration*, par *immersion*, par *arrosement* et par *volatilisation*. La nature de la pâte, la température à laquelle elle est cuite par rapport au degré de fusibilité que présente la glaçure, la valeur commerciale et la composition de la glaçure elle-même, sont autant de considérations qui font choisir le procédé dont on fait usage.

Saupoudration. — Le moyen le plus simple et le plus économique, celui de la saupoudration, ne s'applique qu'aux poteries les plus grossières, qu'il faut écouler à des prix tellement bas, qu'il n'y a pas possibilité de les faire rougir préalablement pour leur enlever leur fragilité et leur propriété de se délayer dans l'eau. Il consiste à saupoudrer la pièce à glacer du corps qui doit se fondre à sa surface. Dans ces poteries, la pâte et la glaçure cuisent à la même température par une seule cuisson. La matière dont on saupoudre la pièce est ordinairement de la litharge ou du minium, quelquefois même de l'alquifoux; ces composés introduisent l'oxyde de plomb, et le corps de pâte fournit la silice et l'alumine nécessaires pour former la matière vitreuse transparente qui constitue le vernis. Ce procédé, très-grossier par lui-même, qui s'applique à la mise en glaçure de poteries encore humides, a l'inconvénient de mettre l'ouvrier en contact avec des poussières doublement dangereuses, et comme matières inertes, et comme substances vénéneuses.

Immersion. — Mais lorsque la poterie peut supporter un prix qui permet de lui enlever avec sa fragilité la propriété de se délayer dans l'eau, il est préférable de recourir à la cuisson préalable qu'on nomme *dégourdi*, et dont le résultat est de transformer la pièce en une matière absorbante et non délayable à l'eau. Cette cuisson s'exécute dans les parties du four où les produits ne recevraient pas assez de feu pour acquérir toute leur valeur commerciale; on utilise ainsi la chaleur perdue de ces appareils.

La poterie *dégourdie*, plongée dans l'eau, se maintient dans sa forme en absorbant une grande quantité d'eau. Une assiette de porcelaine qui pèserait 400 grammes pèse, après l'immersion dans l'eau pure et s'être ressuyée, 425 grammes.

Ceci posé, mettons dans une cuve l'enduit vitrescible, simple ou composé, et par l'agitation maintenons sa liquidité et son mélange parfait; on peut ajouter un peu de vinaigre, qui s'oppose encore à la précipitation de la poudre impalpable en ajoutant à la viscosité.

Si nous plongeons rapidement et adroitement une assiette de porcelaine dure, par exemple, dans ce liquide trouble, l'assiette, comme dans l'expérience que nous avons mentionnée tout à l'heure, absorbera 25 grammes d'eau; mais elle se couvrira comme le ferait un filtre, uniformément de la matière qui était en suspension dans ces 25 grammes d'eau. On comprend tout de suite l'avantage de ce procédé; la rapidité d'exécution dont il est susceptible conduit à des épaisseurs de glaçure *égales*, si toutes les parties de la pièce sont restées immergées le même temps, et convenables, si le dosage de la glaçure, c'est-à-dire si la quantité de matière solide tenue suspendue dans l'eau se trouve en proportion voulue. Or on remarque que dans cette opération la partie de l'assiette entrée la première sort aussi la première, et que l'immersion prend le même temps pour la même forme de pièces. Le temps est en effet un élément important; car si l'immersion est trop rapide, l'absorption ne peut être complète, et la glaçure est trop mince; au contraire, si l'immersion est trop lente, l'eau peut détremper la couche de glaçure appliquée sur la pièce, et détruire la perfection du travail.

A temps égal, l'épaisseur de la couche est proportionnelle à l'épaisseur de la pièce; car, pendant le même temps, l'absorption de l'eau sera plus considérable par une pièce épaisse que par une pièce mince. L'épaisseur de la glaçure sur une pièce cuite devant être indépendante de l'épaisseur de cette pièce, il convient de tremper les objets minces dans une glaçure plus épaisse, les pièces épaisses dans une glaçure plus liquide. L'expérience a fait admettre pour les porcelaines les rapports suivants que nous avons établis en volumes par le calcul, en poids par l'expérience.

		Pièces minces.		Pièces moyennes.		Pièces épaisses.
En volumes.	Couverte...	35,0	—	22,4	—	18,8
	Eau.......	65,0	—	77,6	—	81,2
En poids....	Couverte...	58,7	—	43,1	—	37,5
	Eau.......	41,3	—	56,9	—	62,5

Pour déterminer le volume de l'eau qu'il faut ajouter à la couverte, pour faire un volume V sous un poids P, on établit le raisonnement suivant :

Soit x le poids du volume cherché, $P - x$ sera le poids de la couverte sèche qui fait partie du mélange; le volume des deux parties est égal à V : on a donc, d étant la densité de la couverte,

$$\frac{P - x}{d} + x = V, \quad \text{d'où} \quad x = \frac{Vd - P}{d - 1}.$$

$d = 2,600$ dans le cas particulier qui nous occupe.

Arrosement. — Mais lorsque la glaçure ne cuit qu'au-dessous de la température nécessaire à la cuisson des pâtes, alors que la pâte ne peut cuire en même temps que la glaçure, il faut porter d'abord la pâte à la chaleur qu'elle exige; dans ces conditions cette pâte peut perdre la porosité que nous mettions à profit tout à l'heure : c'est ce qui arrive pour les porcelaines tendres et les cailloutages anglais. On donne au liquide aqueux qui tient en suspension l'enduit vitreux ou vitrescible la consistance d'une bouillie épaisse qu'on verse, soit à l'aide d'une cuiller, soit à l'aide d'une poche, à l'intérieur ou à l'extérieur sur les pièces creuses, en imprimant à ces pièces une sorte de balancement qui permet à la glaçure de s'étendre à sa surface également et promptement. Une légère secousse fait tomber l'excédant de la glaçure.

Ce procédé, comme celui qui précède, donne la possibilité de mettre dans l'intérieur d'une pièce une glaçure différente de celle qui revêt l'extérieur. Beaucoup de faïences communes, par exemple, blanches à l'intérieur, sont recouvertes extérieurement d'une glaçure brunâtre. On trempe ces pièces extérieurement dans un baquet qui contient la glaçure brune, en les tenant dans leur position horizontale jusqu'à ce que le liquide affleure la bouche du vase sans pénétrer dans l'intérieur; on laisse sécher, puis on émaille l'intérieur en promenant la bouillie sur toutes les parties qui ne

sont pas couvertes de glaçure; on vide dans des baquets l'excédant de l'émail blanc.

Retouchage. — Quel que soit le procédé mis en pratique pour recouvrir la poterie composée de l'enduit vitreux qui la complète, il faut faire disparaître les inégalités d'épaisseur inhérentes au procédé lui-même. La saupoudration laisse quelques parties moins chargées que d'autres; on les recharge : l'immersion et l'arrosement obligent de même à des retouches, qui sont très-importantes, surtout pour les poteries d'une valeur considérable, comme les porcelaines. Ainsi les bords prennent moins de couverte que le milieu, et les parties par lesquelles on tient la pièce n'absorbent pas du tout. On met avec un pinceau de la glaçure sur les places qui n'en ont pas; lorsqu'on retire les pièces de la cuve d'immersion ou qu'on égoutte les objets arrosés, il se forme des épaisseurs qu'il faut enlever. Les pieds des assiettes, lorsque la pâte est ramollissable, les couvercles des ustensiles qui cuisent avec ces couvercles ne doivent pas recevoir de glaçure; on enlève avec une lame, un fragment de bois, un morceau de feutre, la glaçure de ces parties qui doivent en être dépouillées; on gratte le trop d'épaisseur sur les traces qu'ont laissées les gouttes, pour amener toute la glaçure à l'épaisseur uniforme indiquée par l'expérience.

Réserves. — Une cause d'insuccès dans ces divers procédés résulte du contact des mains des ouvriers avec les pièces qu'ils mettent en glaçure; la graisse dont ils sont souvent chargés, se transportant sur les pièces, préserve contre l'absorption les parties qu'ils ont touchées, et si les parties graissées de la sorte ne refusent pas de prendre complétement l'enduit vitreux, la touche se fait ordinairement reconnaître par une maigreur de glaçure.

Cet inconvénient devient une source de profits, lorsqu'on sait le faire naître à volonté. On trouve dans cette propriété des corps gras de ne pas permettre à l'eau de les traverser le moyen de laisser sans glaçure certaines parties que l'on veut réserver mates; on les enduit de suif, d'huile ou de graisse fondue, avant de les plonger dans la glaçure. On laisse ainsi sur des porcelaines couvertes de leur vernis des reliefs mats très-délicats. On donne le nom de *réserves* aux parties qui n'ont pas de couverte. On peut les obtenir d'une dimension considérable, en couvrant les espaces, quelle que soit leur étendue, quelles que soient les lignes qui les

limitent, d'un enduit de cire qui, mélangé d'huile ou d'un corps gras quelconque, s'étend parfaitement en restant adhérent jusqu'après l'immersion; la cuisson le fait disparaître en totalité sans préjudice pour la poterie.

VOLATILISATION. — Lorsqu'on projette vers la fin de la cuisson dans un four de poterie une vapeur saline ou métallique, on forme avec la silice de la pâte de véritables verres qui donnent à la poterie un aspect brillant, analogue à celui qu'elles recevraient d'un enduit vitreux appliqué par l'un des procédés que nous venons de décrire. Tantôt la vapeur saline est en contact avec toutes les pièces placées dans le four, tantôt au contraire elle ne remplit que l'atmosphère des étuis qui protégent les pièces façonnées.

L'emploi des glaçures appliquées par volatilisation ne fait en quelque sorte que polir les surfaces : les formes ne sont pas altérées, et les détails des ornements qui décorent les pièces ne sont pas comme noyés sous l'épaisseur de la glaçure.

Dans le premier cas, lorsque le four est à peu près arrivé, vers la fin de la cuisson, à la température la plus élevée qu'il puisse recevoir, on cesse le feu en projetant par les bouches du foyer et par des ouvreaux destinés à cet effet, pratiqués sur la partie supérieure du four, du sel marin qui se volatilise. On place sur les foyers des planches et du bois vert pour produire une abondante fumée chargée de vapeur d'eau, nécessaire à la décomposition du chlorure de sodium.

Dans la seconde méthode pour la glaçure par volatilisation, procédé surtout employé dans les fabriques d'Angleterre, on enduit l'intérieur des étuis soit au pinceau, soit par immersion, de la matière ou des matières qui doivent former, en se combinant avec la silice de la pâte, l'enduit vitreux dont elles sont recouvertes. Ces matières sont généralement les carbonates alcalins, les oxydes de plomb et l'acide borique; rarement on se sert d'oxyde de cuivre. Lorsque le four arrive à la chaleur incandescente, ces matières se volatilisent pour agir ensuite sur la surface des pièces renfermées dans les étuis.

Tels sont les procédés dont on fait usage dans les arts céramiques pour mettre les poteries en glaçure. Nous indiquerons en terminant que dans la fabrication des briques les cendres du combustible avec lequel on les cuit servent souvent de vernis; si

les cendres sont volatiles, elles agissent par volatilisation ; on peut admettre que le vernissage se fait par saupoudration lorsque ces cendres sont fixes.

PYROTECHNIE CÉRAMIQUE.

CUISSON DES POTERIES.

Lorsque les poteries ont été façonnées et qu'elles sont recouvertes de leur glaçure, quand on ne les met pas en glaçure au moyen de la volatilisation, on procède à leur cuisson. Le but principal de la cuisson des poteries est de leur donner assez de solidité pour qu'on puisse les manier sans crainte de les briser; on a cherché de plus, avec les progrès des arts à leur donner une texture assez serrée pour leur faire perdre, sans le secours d'aucun vernis, la perméabilité qui les rendait impropres à beaucoup d'usages domestiques. La cuisson est enfin nécessaire pour donner à l'enduit vitrescible destiné soit à corriger l'imperméabilité de la pâte, lorsqu'on veut économiser le combustible, soit à masquer la couleur désagréable de cette pâte, lorsqu'on veut éviter la dépense en employant des terres colorées, moins coûteuses que les pâtes naturellement plus blanches, soit enfin à rendre la poterie plus brillante et susceptible de recevoir des décorations souvent d'une valeur considérable.

La cuisson des poteries présente, dans la pratique des pays les plus avancés, des différences très-considérables : la pâte cuit à des températures tantôt très-basses, à peine rubescentes, tantôt très-élevées et correspondant à la plus haute chaleur qu'on produise dans les arts industriels : les limites de température varient de 70 degrés de l'échelle thermométrique à 1,600 degrés de la même échelle. Le premier point correspond à la simple dessiccation des poteries purement destinées, dans les pays chauds, à la conservation des grains; la seconde limite est celle qui correspond à la cuisson des porcelaines dures, la poterie par excellence lorsqu'il s'agit des usages de la table.

Nous avons dit, en parlant des diverses glaçures, qu'elles cuisent à des températures très-variables en rapport avec leurs compositions, en rapport de même avec la composition de la poterie sur laquelle on les a placées. Considérées sous le rapport de leur fu-

sibilité relativement à la température à laquelle cuit le corps de pâte, on voit que les unes cuisent à la même température que la poterie *simple* qu'elles recouvrent, et que les autres cuisent à des températures inférieures. Ces considérations ont engagé M. Brongniart à séparer les poteries composées en deux grandes classes : poteries à *cuisson unique*, c'est-à-dire qui cuisent au même feu, pâte et glaçure, et poteries à *cuisson double*, c'est-à-dire poteries qui exigent deux feux, l'un plus élevé pour cuire la pâte d'abord, et l'autre moins intense pour cuire la glaçure.

Poteries a cuisson unique. — Parmi ces poteries, les unes cuisent à basse température; ce sont les poteries grossières, à pâte lâche et fusible, recouvertes d'un vernis transparent, tantôt jaune, tantôt vert, tantôt brun. D'autres cuisent à des températures très-élevées : ce sont les grès communs à vernis alcalin ou terreux, les porcelaines à pâte translucide, à couverte terreuse. Il est vrai de dire que ces poteries passent par une sorte de cuisson intermédiaire que nous avons nommée *dégourdi;* mais la température que ces poteries reçoivent alors est bien inférieure à celle de la cuisson véritable; elle n'a d'autre but que de modifier les propriétés de la pièce pour la rendre propre à l'opération de l'immersion.

Poteries a cuisson double. — Dans la fabrication des poteries à double cuisson, nous trouverons encore d'assez grandes différences de température; bien que ces pâtes n'aient été cuites qu'une fois, on leur donne, avant d'avoir reçu la glaçure, le nom bien impropre de *biscuit :* ces biscuits, comme ceux de faïence, de porcelaine tendre, de grès, ne sont que des poteries simples. On les recouvre ordinairement de vernis plus ou moins fusibles; quelquefois cependant on les enduit d'un émail à base d'étain, comme les faïences fines émaillées en offrent un exemple.

Les diverses circonstances que nous venons de définir conduisent suivant les cas à l'emploi d'appareils spéciaux pour la cuisson des poteries. Tantôt la pâte et la glaçure cuisent simultanément dans le même appareil, mais dans des compartiments séparés; tantôt enfin dans des appareils différents pour les pâtes et pour les glaçures.

On donne le nom de *fours à poteries* aux appareils dans lesquels on obtient la cuisson des produits céramiques, quels que soient leurs usages et leurs formes.

La dimension des fours et la disposition de leurs diverses parties doivent être en rapport avec leur destination. Plusieurs circonstances exercent une influence considérable sur la forme qu'il convient de leur donner; nous citerons :

1°. La nature de la poterie qu'ils doivent cuire;

2°. La température qu'ils doivent atteindre;

3°. Le combustible dont on fait usage;

4°. La composition de l'atmosphère au sein de laquelle il convient de maintenir les pièces pour qu'elles n'aient pas d'autre coloration que celles qu'elles doivent présenter.

Nous commencerons l'importante question de la cuisson des poteries par l'étude des combustibles.

COMBUSTIBLES.

Les seules sources de chaleur utilisées dans les arts sont celles qui sont produites par l'action de l'air sur les corps désignés sous le nom générique de *combustible*.

On donne le nom de *combustion* à l'action de l'oxygène de l'air sur les divers combustibles. Ces composés, dans les arts, sont tous formés de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote, associés deux à deux ou trois à trois; le carbone en fait toujours partie; l'oxygène et l'azote ne s'y rencontrent pas toujours.

Par leur combinaison avec l'oxygène de l'air, ces éléments disparaissent : le carbone sous forme d'acide carbonique ou d'oxyde de carbone, l'hydrogène sous forme d'eau; l'azote reste libre. Tous ces composés sont gazeux ou volatils, et le combustible disparaît en laissant sous forme de *cendres* le résidu minéral que tous les combustibles renferment. La combinaison se fait avec dégagement de chaleur. Les gaz produits transmettent leur chaleur aux corps soumis à leur action; une portion de cet agent impondérable se disperse par rayonnement. Les combustibles brûlant avec flamme n'agiront donc pas tout à fait comme les combustibles brûlant sans flamme. Nous pourrons revenir ici sur ce que nous avons dit au sujet de la flamme, en prenant pour terme de comparaison les flammes d'une bougie (*fig.* 282) et d'une lampe à alcool. Si nous chauffons une cornue contenant de la houille, la matière se transforme en coke, tandis qu'une matière gazeuse s'en échappe; ce gaz chauffé s'enflamme. La houille à l'air libre brûle avec incan-

descence et flamme. Le bois s'enflamme, parce que ses principes combustibles séparés par la chaleur prennent la forme gazeuse. Nous avons vu dans la flamme d'une bougie et dans la flamme de l'alcool (*fig.* 283) des températures bien différentes : les unes élevées, les autres plus basses; les unes développées dans une atmosphère avec excès d'air, les autres étouffées dans une atmosphère privée du principe comburant; les unes sont sans éclat, les autres au contraire sont très-lumineuses. La flamme du bois et celle de la houille ont la même origine; la mobilité dont elles sont douées et les diverses conditions dans lesquelles elles se produisent expliquent les différences de composition que présentent les atmosphères des fours les uns par rapport aux autres, et même dans diverses parties d'un seul four.

Fig. 282

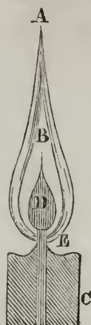
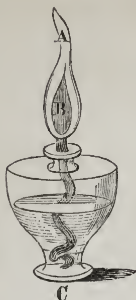


Fig. 283.



Il résulte de là que la flamme donne le moyen de transporter, irrégulièrement, il est vrai, à distance du combustible lui-même, la température dégagée pendant la combustion, et de transmettre la chaleur plus ou moins loin du foyer par la portion de calorique développée dans les produits gazeux de la combustion.

Pour rendre plus compréhensible ce que nous dirons des fours et la théorie de la cuisson des poteries prises dans leur ensemble, il importe de distinguer soigneusement, dès à présent, ce qu'on doit entendre par *degré* de chaleur et *quantité* de chaleur.

Degré de chaleur. — Le degré de chaleur est une désignation arbitraire de la température donnée par des instruments mensurateurs de la quantité de chaleur qui, à l'instant de l'expérience, se dégage d'un corps donné pour se porter dans l'espace ou sur les corps environnants mensurateurs de la chaleur sensible. L'impression faite sur nos organes, et qui sert de définition à la température, ne peut pas en être une mesure; car les impressions de froid et de chaud ne sont que le résultat de la comparaison avec des impressions précédentes. L'effet qui a paru le plus propre à mesurer l'intensité de la chaleur est la dilatation que tous les corps éprouvent par l'accumulation de cet agent. En prenant un même corps

pour mensurateur, on obtiendra des indications comparatives. Dans le thermomètre à mercure, on a choisi pour température fixe celle de la glace fondante, correspondant à 0 degré, et celle de la vapeur de l'eau bouillante sous la pression $0^m,760$. L'augmentation du volume du mercure entre ces deux limites, se développant dans une tige cylindrique, représente 100 degrés. La centième partie de cette quantité représentera 1 degré; la longueur de 1 degré portée au-dessous de 0 donnera l'échelle pour les températures au-dessous de 0, tandis que cette même longueur reportée au-dessus de 100 formera l'échelle pour les températures supérieures à celle de 100 degrés. Une température de 36 degrés indique donc simplement une chaleur telle, qu'elle forcerait le mercure à se dilater de 36 fois la centième partie du volume dont il se dilaterait, en passant de la glace fondante dans la vapeur de l'eau bouillante, sous la pression de 0,760.

Quantité de chaleur. — La masse de chaleur nécessaire pour produire un effet donné sur un poids de matière également donné, se nomme *quantité de chaleur;* cette masse de chaleur, dans les arts, est une portion importante du prix de revient; elle dépend de plusieurs éléments; savoir :

1°. Du poids de la matière mise en expérience;

2°. De sa chaleur spécifique;

3°. Du degré de chaleur qu'il faut atteindre.

Poids de la matière. — Tout le monde comprend que pour chauffer 20 kilogrammes d'eau de 0 à 50 degrés, il faut vingt fois plus de chaleur que pour chauffer 1 seul kilogramme de 0 à 50 degrés; quoique la température soit la même, la quantité de chaleur est dans le premier cas vingt fois ce qu'elle est dans le second.

Chaleur spécifique. — Lorsqu'on fait un mélange à poids égaux d'eau à 20 degrés et de glace fondante, lorsque toute la glace est fondue, le thermomètre marque 10 degrés. La même expérience faite avec la glace et le mercure, pris sous des poids égaux, donnera comme température du mélange une température bien inférieure à 10 degrés.

La quantité de chaleur nécessaire pour élever 1 kilogramme d'eau de 0 à 3 degrés serait suffisante pour élever la température d'un même poids de mercure de 0 à 100 degrés. Les quantités relatives de chaleur absorbées par un même poids des corps pour

élever leur température d'un même nombre de degrés s'appellent *chaleur spécifique* ou *capacités calorifiques*. Pour les mesurer, on est convenu de les rapporter à celle de l'eau prise pour unité.

Le mercure à masse égale prend beaucoup moins de chaleur que l'eau pour élever sa température d'un même nombre de degrés; sa chaleur spécifique est beaucoup moindre que celle de l'eau.

Unité de chaleur. — On prend pour unité de chaleur ou *calorie* la quantité de chaleur nécessaire pour élever 1 kilogramme d'eau de 1 degré : on admet, quoique ce ne soit pas très-rigoureux, que de 0 à 100 degrés la chaleur spécifique est invariable; on suppose qu'il ne faut pas plus de chaleur pour élever 1 kilogramme de 0 à 1 degré que de 40 à 41 degrés.

Température. — Il est évident, d'après ce dernier principe, que la quantité de chaleur se trouve proportionnelle à la température à laquelle on veut élever le corps donné.

De ce qui précède, nous déduirons qu'on peut comparer la mesure de la quantité de chaleur à celle d'un solide parallélipipédique. Pour obtenir la quantité de chaleur exigée par un corps, pour passer de 0 degré à la température donnée, il faut multiplier la chaleur spécifique C donnée dans les Tables par son poids M et par la température T qu'il a prise. On a :

$$Q = CTM.$$

Pouvoir calorifique. — Il est évident encore que le meilleur combustible sera celui qui, sous le même poids, chaufferait à une température donnée la plus grande quantité d'eau pure. Ce sera de même celui qui, sous un poids donné, chaufferait au degré le plus élevé une même masse d'eau pure.

Pour comparer la valeur des divers combustibles, il faut donc déterminer la quantité de calories qu'un kilogramme de chaque combustible est susceptible de développer par sa combinaison complète avec l'oxygène.

On trouve ainsi par expérience que 1 kilogramme de charbon *pur* peut, en se changeant en acide carbonique et en cédant à l'eau toute la chaleur dégagée, élever 8,086 kilogrammes d'eau de 1 degré, ou 808 kilogrammes d'eau de 0 à 10 degrés; on en conclut que le pouvoir calorifique du carbone pur est de 8,086; il a développé par sa combustion complète 8,086 calories.

Nous n'avons pas à décrire ici avec détails les appareils à l'aide desquels on peut déterminer le pouvoir calorifique des divers combustibles; notre seul but était de bien faire comprendre la signification des termes température, quantité de chaleur, chaleur spécifique et pouvoir calorifique, termes dont nous aurons à faire souvent usage dans la prochaine Leçon.



DIX-SEPTIÈME LEÇON.

PYROTECHNIE CÉRAMIQUE.

Combustibles divers : bois, tourbe, lignite, anthracite, houille. — Température de combustion. — Combustion dans les fours. — Combustion des divers combustibles. — Combustibles gazeux. — Transformation des combustibles en gaz. — Combustion des gaz. — Avantage de l'emploi des gaz. — Fours. — Fours carrés, fours ronds.

DES DIVERS COMBUSTIBLES.

On utilise en général les combustibles à l'état solide, à l'état liquide, à l'état gazeux.

Les combustibles liquides sont consacrés spécialement à l'éclairage ; nous n'avons pas à nous en occuper.

Les combustibles gazeux servent, suivant leur composition, à produire de la chaleur ou de la lumière.

Comme producteurs de chaleur, nous aurons à les étudier ; ils sont destinés peut-être à donner la solution d'un problème important : la production économique des températures élevées, propres à la cuisson des poteries. Ils résultent toujours d'une transformation préalable, complète ou incomplète, des combustibles solides ou liquides en combustibles gazéiformes.

Les matières premières combustibles dont on fait usage dans la cuisson des poteries sont le bois, la tourbe et les divers combustibles minéraux ; en les soumettant à la calcination dans des conditions convenables, on obtient un autre produit qui contient beaucoup moins d'hydrogène, d'oxygène et d'azote que le produit primitif, et qui porte le nom de *charbon ;* nous avons dit qu'on distinguait le *charbon de bois*, le *charbon de tourbe*, le *coke*, suivant le combustible auquel le charbon doit son origine.

Les charbons ne sont pas employés dans les arts céramiques, aujourd'hui surtout que le charbon de bois n'est plus en usage pour la cuisson des moufles ; nous n'étudierons donc que le bois, la

tourbe et les diverses espèces de charbons fossiles, le lignite, la houille et l'anthracite. Aux documents réunis dans l'ouvrage de M. Brongniart, tome I, page 207, nous ajouterons ceux qui suivent et qui les complètent.

BOIS.

Le bois est, à l'état vivant, composé d'un tissu fibreux au travers duquel circule un liquide qu'on nomme *sève*.

Composition immédiate. — La composition des bois varie suivant leur essence. Mais comme les différences ne sont pas considérables, nous admettrons que dans l'industrie on puisse considérer qu'ils renferment les mêmes quantités de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote, surtout lorsque l'on compare entre eux les bois tendres ou les bois réputés bois durs.

Cellulose. — Ils renferment tous une matière qui forme environ les 0,95 du poids du bois, affectant l'apparence de cellules juxtaposées, tapissées à l'intérieur d'une matière incrustante; purifié de tout mélange étranger, le tissu présente la composition de l'amidon. Nous avons appelé *cellulose* cette substance, qu'on retrouve dans tous les tissus végétaux.

Matière incrustante. — La matière incrustante paraît formée de plusieurs substances particulières; M. Payen la regarde comme composée de quatre principes immédiats qu'il a désignés sous les noms de *lignose, lignone, lignin* et *ligniréose*. L'eau, l'alcool, l'éther, l'ammoniaque et les alcalis permettent de les séparer. La matière incrustante accroît la dureté du bois; on la trouve donc en plus grande quantité dans les bois durs que dans les bois blancs.

La composition de la matière incrustante est elle-même variable; on y a trouvé :

Carbone.............	52,0 à 54,0
Hydrogène..........	6,2 à 6,5
Oxygène............	39,5 à 40,8

C'est, comme on le voit, une matière plus riche en carbone que la cellulose; elle augmente donc la puissance calorifique des bois durs; l'expérience confirme ce fait.

Au reste, la composition de tous les bois se trouve comprise

entre celle de la cellulose et celle de la matière incrustante en se rapprochant davantage de cette dernière.

Eau. — Les analyses que nous venons de rappeler se rapportent à des matières ligneuses séchées avec soin à + 100 degrés. Mais les bois, dans leur état ordinaire, sont loin de présenter cette composition et la même valeur calorifique; nous donnerons donc tous les détails que nous pourrons recueillir sur l'état d'hygrométrie des diverses essences que le fabricant de poteries peut employer dans ses cuissons; ce sont, suivant les localités, le chêne, le bouleau, le tremble, le sapin et le pin.

En général, le bois vert au moment de la coupe contient une proportion d'eau qui varie entre 38 et 45 pour 100 suivant les essences. Après un an de coupe, le bois retient encore en moyenne 25 pour 100 d'eau. Un bois séché à 100 degrés et exposé à l'air reprend encore, à la température ordinaire, 8 à 12 pour 100, fait présenté par tous les corps poreux. Le bois séché à l'air, et contenant 25 pour 100 d'eau, n'équivaut guère qu'à 0,38 ou 0,40 de carbone; le pouvoir calorifique se trouve compris entre 2,800 et 2,900.

Selon M. E. Chevandier, la quantité d'eau correspondant au maximum de dessiccation, c'est-à-dire le minimum d'eau hygrométrique, contenu dans les essences forestières qui croissent sur le versant occidental des Vosges, se présente en moyenne au bout de dix-huit mois après la coupe pour les bois résineux (sapin et pin), pour le hêtre, pour le bois de quartier de bouleau, de tremble, d'aune, pour les jeunes brins de tremble et de saule. Ce maximum de dessiccation n'est au contraire atteint en moyenne qu'au bout de deux ans pour le chêne, le charme, les branches de bouleau, de tremble et les jeunes brins de bouleau et d'aune. Il est probable que ces résultats seraient d'accord avec ceux notés par les observateurs qui les recueilleraient dans d'autres localités.

Les bois résineux se dessèchent plus vite et reprennent plus facilement l'humidité que les bois non résineux à feuilles caduques, et parmi ces derniers les bois blancs (bouleau, tremble, aune, saule) contiennent en général plus d'humidité vers le moment de la coupe que les bois durs (hêtre, chêne, charme), mais aussi ces espèces les perdent plus vite en arrivant à une dessiccation plus complète.

Pour les bois résineux, l'eau hygrométrique contenue se représente en moyenne........................ par :

Pour les bois de quartier :

Six mois après la coupe................ 29 pour 100.
Au moment de la plus grande dessiccation. 15 pour 100.

Pour les branches :

Six mois après la coupe................ 32 pour 100.
Au moment de la plus grande dessiccation. 15 pour 100.

Pour les jeunes brins :

Six mois après la coupe................ 38 pour 100.
Au moment de la plus grande dessiccation. 15 pour 100.

Pour les bois non résineux à feuilles caduques, ces moyennes sont :

Pour les bois de quartier :

Six mois après la coupe................ 26 pour 100.
Après dessiccation complète............ 17 pour 100.

Pour les branches :

Six mois après la coupe................ 34 pour 100.
Après dessiccation complète............ 20 pour 100.

Pour les jeunes brins :

Six mois après la coupe................ 36 pour 100.
Après dessiccation complète............ 19 pour 100.

Pour les essences forestières qui croissent sur le versant occidental des Vosges, M. Chevandier donne pour le poids du stère parfaitement sec :

Quartiers de hêtre venus	dans le grès bigarré...	374k
»	dans le grès vosgien...	384
»	dans le muschelkalk...	383
Quartiers de chêne venus	dans le grès bigarré...	366
»	dans le grès vosgien...	385
»	dans le muschelkalk...	363
Quartiers de charme venus	dans le grès bigarré...	365
»	dans le grès vosgien...	374

Quartiers et rondins mêlés venus dans le grès bigarré	354
» dans le muschelkalk	369
Quartiers de bouleau venus dans le grès bigarré	325
» dans le grès vosgien	350
Quartiers et rondins mêlés venus dans le grès bigarré	310
» dans le grès vosgien	344
» dans le muschelkalk	343
Quartiers de tremble et rondins mêlés venus dans le grès bigarré	279
Quartiers de tremble et rondins mêlés venus dans le grès vosgien	270
Quartiers de tremble et rondins mêlés venus dans le muschelkalk	272
Quartiers de sapin venus dans des terrains arides du grès vosgien.	282 290
Quartiers de sapin venus dans des terrains fertiles du grès vosgien.	274 288
Quartiers de sapin venus dans des terrains fangeux du grès vosgien	263
Quartiers de pin venus dans des terrains arides du grès vosgien	256

M. Chevandier conclut des analyses élémentaires et des pesées relatées dans son Mémoire (*Annales forestières*, t. V, 5e livraison) que le poids d'un stère de bois de feu est en général indépendant, pour chaque espèce de bois, de l'âge des arbres et des circonstances qui ont influé sur leur végétation; mais ce poids varie suivant que le stère est composé de bûches provenant de la tige, de branches ou de jeunes brins.

La composition de chaque espèce de bois, écorce comprise, peut être considérée comme constante, comme nous l'avons dit plus haut.

En ne prenant que les cinq essences indiquées par M. Brongniart comme plus particulièrement usitées dans les arts céramiques, les résultats des analyses sont réunis dans le tableau suivant. Le hêtre, le charme, l'aune et le saule conduisent aux mêmes résultats.

Analyses des bois, cendres déduites (séchés à + 140 degrés).

DÉSIGNATION des essences	CARBONE.	HYDROGÈNE.	AZOTE.	OXYGÈNE.	CENDRES.
Chêne......	50,44	6,01	1,06	42,49	1,66
Bouleau.....	51,30	6,28	0,88	41,54	0,85
Tremble....	50,35	6,28	0,82	42,55	2,11
Sapin.......	51,59	6,11	1,04	41,26	1,29
Pin.........	51,71	6,11	0,81	41,37	1,15

Ces chiffres légitiment, sans aucun doute, les conclusions que nous venons de présenter.

Puissance calorifique. — Le calcul permet d'établir en carbone pur l'équivalent de chaque espèce de bois. Pour les principales matières ligneuses cet équivalent varie entre 0,55 et 0,44.

En admettant que les principes constituants de l'eau qui entre dans la composition du bois peuvent être considérés comme ne produisant pas de chaleur, soit qu'on les suppose réunis à l'état d'eau avant la combustion, soit que la combinaison qu'ils formaient change d'état pendant que la combustion a lieu; en admettant en outre que le carbone et l'hydrogène en excès contenus dans tous les bois dégagent, lorsqu'ils sont combinés en une proportion quelconque, la même quantité de calorique que s'ils étaient isolés, on peut calculer le pouvoir calorifique d'un stère de bois. En effet, connaissant d'une part le poids du bois sec contenu dans un stère des différents bois, et d'autre part la quantité de carbone et d'hydrogène en excès qui entre dans la composition de chacun d'eux, on a pu déduire le poids du carbone et de l'hydrogène en excès contenus dans le stère. Multipliant ces poids par les nombres qui représentent le pouvoir calorifique de l'hydrogène et du carbone, la somme de ces deux produits donne un nombre exprimant à son tour la puissance calorifique du stère. On a pris pour puissance calorifique du carbone 8,086, et pour l'hydrogène 34,555, d'après MM. Favre et Silbermann; M. Chevandier a de cette manière établi le tableau suivant, dans lequel la dernière colonne donne les rapports du pouvoir calorifique des différentes essences mises en essai :

NATURE DES BOIS.	DENSITÉ.	POIDS du stère de bois sec.	PUISSANCE calorifique d'un stère.	RAPPORTS.
		k	calories.	
Chêne à glands sessiles (quart.).	0,872	380	1,614,319	1,0000
Chêne, deux variétés (quartiers).	"	371	1,576,101	0,9763
Chêne, glands pédonc. (quart.).	0,808	359	1,525,225	0,9448
Bouleau (quartiers)...........	"	338	1,516,271	0,9392
Bouleau (quartiers et rondins mêlés)....................	"	332	1,489,190	0,9224
Sapin (quartiers et rondins mêlés de brins)...............	"	312	1,386,376	0,8587
Chêne, deux variétés (quartiers et rondins mêlés de brins)...	"	317	1,346,772	0,8342
Sapin (rondinage provenant de branches)................	0,493	287	1,275,068	0,7898
Pin (rondinage provenant de brins)....................	"	283	1,260,600	0,7808
Pin (rondinage provenant de branches)................	"	281	1,251,581	0,7752
Sapin (quartiers).............	"	277	1,230,800	0,7624
Bouleau (rondinage provenant de branches)...............	0,812	269	1,206,536	0,7473
Tremble (quartiers et rondins mêlés)....................	"	273	1,176,858	0,7290
Chêne (rondinage de branches).	"	277	1,176,671	0,7288
Pin (bois de quartiers)........	0,559	256	1,140,375	0,7064

On peut, à l'aide d'un calcul très-simple, comparer les pouvoirs calorifiques de chaque stère, consignés dans ce tableau, aux pouvoirs calorifiques réunis dans l'ouvrage de M. Brongniart, t. I, p. 212. La densité donnée dans la première colonne du tableau qui précède est tirée des travaux de MM. Chevandier et Wertheim sur les propriétés mécaniques des bois (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, tome XXIII, page 667).

Cendres. — La partie minérale des bois qui reste après la combustion ne représente que rarement une partie notable du poids de la matière végétale.

Incinération. — Lorsqu'on chauffe le bois en présence d'un courant d'air en excès, les principes combustibles disparaissent; il ne reste qu'un résidu qu'on nomme *cendres*.

La proportion des cendres varie du reste non-seulement avec l'essence des bois, mais encore avec l'âge et les diverses parties d'un même végétal. C'est ainsi que les feuilles et l'écorce d'un même bois donnent plus de cendres que les branches, ces dernières plus que le tronc. D'après M. Berthier, voici la teneur moyenne en cendres des diverses essences utiles aux potiers et qui nous intéressent :

Chêne, bouleau, sapin, pin........	0,004
Tremble..........................	0,006

La nature de ces cendres est très-importante à connaître, car elles exercent sur la durée des fours et sur celles des étuis, surtout au devant des feux, une action destructive très-prononcée. Ces cendres forment avec les parois et les voûtes du four un verre plus ou moins fusible, détruisant les formes et produisant des gouttes dont l'inconvénient est d'altérer les matières, pièces et cazettes sur lesquelles elles peuvent tomber. Elles ajoutent à la fusibilité des étuis qui sont en regard des alandiers et qui peuvent se trouver coupés, s'ils ne sont par eux-mêmes assez réfractaires. Les cendres des bois sont variables du reste dans leurs proportions et dans leur nature avec les diverses essences et les conditions de sol et de climat dans lesquels le bois a végété. On trouverait à l'appui de cette assertion des faits intéressants consignés dans le *Traité des essais par la voie sèche*, tome I, page 259. Nous ne pouvons les citer ici, nous renvoyons à l'ouvrage de M. Berthier.

Les cendres contiennent généralement des sels alcalins solubles et des matières insolubles. Les sels alcalins solubles sont formés de potasse et de soude combinées avec les acides carbonique, sulfurique, chlorhydrique. Les matières insolubles sont des carbonates et des phosphates terreux de magnésie et de manganèse; les cendres sont quelquefois siliceuses.

La proportion d'acide carbonique contenue dans les cendres dépend évidemment de la température à laquelle la calcination a lieu; la quantité des alcalis est très-variable; elle s'élève jusqu'à moitié du poids total pour descendre à 10 pour 100.

La composition des cendres de bois explique les précautions qu'il faut prendre pour garantir de leur contact les pièces à cuire, lorsque, comme la porcelaine, ces dernières doivent être exemptes de tout défaut; des cendres alcalines et calcaires ajoutent assez à la fusibilité de la couverte pour faire des trous partout où elles tombent; des cendres ferrugineuses ou manganésifères font des taches brunes qu'on peut rarement dissimuler sous la décoration.

Distillation. — Lorsqu'on soumet le bois à l'action de la chaleur, il commence à s'altérer vers 140 degrés; il brunit en abandonnant de l'eau, des produits empyreumatiques et du gaz acide carbonique. Ces résultats font pressentir ce qui se passe dans les foyers ou dans les alandiers: à l'air libre avec un excès d'air, il n'y a pas d'oxyde de carbone formé; mais dans un foyer ardent, il se fait, en même temps que la combustion complète dans le foyer même, une sorte de distillation en vase clos : les gaz qui s'échappent du foyer, incomplétement brûlés, qui ne se brûlent qu'au contact de l'air plus ou moins loin du lieu de la combustion, sont alors de l'oxyde de carbone, de l'hydrogène et peut-être de l'hydrogène carboné; il se fait un résidu de charbon qui constitue la braise incandescente et qui réagit à la température rouge sur l'acide carbonique formé, comme carbone en s'y dissolvant. La texture de cette braise, serrée dans les bois durs, lâche dans les bois tendres ou blancs, rend compte tout à la fois de la rapidité plus ou moins considérable de la combustion et de la longueur de la flamme fournie par ces derniers. Ces faits nous permettront de présenter la théorie de certaines manœuvres adoptées dans la pratique des fours à porcelaine chauffés avec le bois.

TOURBE.

L'apparence de ce combustible, son gisement dans les lieux humides, marécageux, sur les bas-fonds dans lesquels coulent des cours d'eau peu rapides, prouvent suffisamment son origine et sa formation pour ainsi dire contemporaine.

Composition. — La tourbe diffère d'aspect suivant son état de décomposition; tantôt elle est noire ou brun foncé, compacte : on n'y reconnaît plus qu'avec difficulté les débris des végétaux qui lui ont donné naissance; tantôt elle est d'un brun clair, d'un tissu tendre, lâche par la présence d'un grand nombre de parties herbacées.

La tourbe est caractérisée par la forte proportion d'*ulmine* ou d'acide *ulmique* qu'elle abandonne aux alcalis. Cet acide, qui n'est composé que de carbone, d'hydrogène et d'azote, contient l'hydrogène et l'oxygène dans les proportions convenables pour faire de l'eau. Sa composition, déduction faite des cendres, ne diffère pas beaucoup de celle de la tourbe : je la mets en regard des analyses faites par M. Regnault sur deux variétés de tourbe présentant des états différents d'altération :

	CENDRES, p. 100.	CARBONE.	HYDROGÈNE	OXYGÈNE et azote.	POUVOIR calorifique.
1. Acide ulmique.....	"	57,64	4,70	37,56	"
2. Tourbe de Vulcaire.	5,58	60,40	5,96	33,64	5,070
3. Tourbe du Champ-de-Feu...........	5,33	61,05	6,45	32,50	"

1. Acide ulmique analysé par M. Boullay.

2. Tourbe de Vulcaire, près Abbeville (Somme); elle se trouve dans un état très-avancé d'altération : l'analyse a été faite sur un échantillon préalablement séché à + 100 degrés. A l'état ordinaire, elle contient 20 pour 100 d'eau hygrométrique. (*Annales des Mines*, t. XII, p. 233.)

3. Tourbe du Champ-de-Feu, près Framont (Vosges), analysée par M. Regnault, desséchée à + 100 degrés.

En comparant les compositions qui précèdent à celles du bois non altéré, on trouve que le carbone a beaucoup augmenté, que l'hydrogène se trouve en excès sur la proportion nécessaire pour transformer l'oxygène en eau.

Cendres. — Les cendres de la tourbe sont généralement variables avec la nature du terrain dans lequel ce combustible se dépose. Souvent elles sont calcaires, d'autres fois elles sont argileuses : lorsqu'elles sont calcaires, la chaux carbonatée provient évidemment de la destruction, par le fait de l'incinération du combustible, de l'acide organique en combinaison avec la chaux ; car la tourbe ne fait pas effervescence avec les acides.

Les cendres que laisse la tourbe contiennent presque toujours des sels alcalins, mais en bien moins grandes proportions que les

cendres de bois. La nature des cendres varie avec celle des terrains dans lesquels les végétaux qui forment la tourbe se sont développés. On les voit ainsi presque exclusivement composés d'argile et de calcaire dans les terrains argileux et calcaires; elles sont au contraire sableuses dans les pays granitiques. Ces cendres s'élèvent quelquefois aux 0,20 du poids de la tourbe.

L'action de l'humidité sur la tourbe, au moment de sa formation, a dû nécessairement faire disparaître en grande partie les alcalis solubles que les bois ou les autres végétaux contiennent ordinairement.

Usages. — La tourbe brûle comme le bois, avec moins de flamme; on l'emploie pour la cuisson des poteries, et même pour cuire celles qui nécessitent la température la plus élevée, comme les porcelaines dures : elle laisse une quantité considérable de cendres contre lesquelles il faut se tenir en garde. Elle demande des foyers plus spacieux que le bois, mais elle donne presque partout une chaleur beaucoup plus économique. Sous ce rapport elle se rapproche des combustibles fossiles.

On donne ce nom ou celui de *combustible minéral* à trois variétés qu'on confondait autrefois sous le nom de *charbon de terre*. On distingue aujourd'hui, le *lignite*, la *houille* et l'*anthracite*.

LIGNITES.

Les combustibles fossiles des terrains tertiaires, c'est-à-dire des terrains qui sont de formation postérieure à la craie, se trouvent dans l'argile plastique et dans les calcaires d'eau douce; ils diffèrent considérablement les uns des autres. Les principales variétés sont le bois fossile, le bois bitumineux et le lignite commun.

Bois fossile. — Le bois fossile a l'aspect du bois intact, mais il est plus ou moins brun; il se rapproche beaucoup de la tourbe.

Lignite commun. — Les lignites communs ont une couleur brune et luisante, on les nomme alors *jayet;* ils offrent la texture du bois.

On a réuni dans le tableau suivant les analyses de plusieurs lignites. Ces analyses ont été faites par M. Regnault; elles sont extraites d'un travail très-important sur la composition des combustibles minéraux, publié dans les *Annales des Mines*, 3e série, tome XII, page 161.

	DENSITÉ	CENDRES, pour 100.	COMPOSITION, cendres déduites.			POUVOIR CALORIFIQUE, cendres déduites.	
			CARBONE.	HYDROGÈNE.	OXYGÈNE et azote.	ÉQUIVALENT en carbone pur.	CALORIES.
LIGNITE IMPARFAIT.							
1. Lignite d'Usnach..	1,167	2,19	57,29	5,83	36,88	60,9	4,925
2. Lignite de Cologne.	1,100	5,49	66,96	5,27	27,77	72,4	5,847
3. Lignite de Grèce.	1,185	9,02	67,28	5,49	27,23	73,6	5,942
LIGNITE PARFAIT.							
4. Lignite des Basses-Alpes.	1,276	3,01	72,19	5,36	22,45	80,2	6,482
5. Lignite du Mont-Meissner.	1,351	1,77	73,00	4,93	22,07	79,5	6,424
6. Lignite des Bouches-du-Rhône..	1,254	13,43	73,79	5,29	20,92	82,8	6,693
7. Lignite de Dax.	1,272	4,99	74,19	5,88	20,13	84,3	6,809
LIGNITE PASSANT AU BITUME.							
8. Lignite d'Elbogen...	1,157	4,96	77,64	7,85	14,51	"	"
9. Lignite de Cuba.	1,197	3,94	78,96	7,55	13,49	"	"

1. Bois fossiles d'Usnach, sur les bords du lac de Zurich. La texture du bois est encore très-distincte ; la couleur est brun foncé, la dureté considérable.

2. Cette terre est employée en peinture sous le nom de *terre d'ombre*. C'est un combustible en couche très-épaisse exploité dans un terrain de formation récente, qui longe les bords du Rhin et s'étend de Bonn à Cologne. Elle est friable et présente encore la texture du bois d'une manière assez prononcée.

3. Lignite exploité dans l'Elide sur les bords de l'Alphée, dans le terrain tertiaire. D'un noir terne, d'une texture feuilletée qui laisse encore apercevoir l'apparence d'une organisation végétale.

4. Lignite des Basses-Alpes. Compacte, noir, d'un éclat gras ; il peut être employé pour la forge.

5. Lignite du Mont-Meissner dans la Hesse-Cassel ; il est brillant, à cassure conchoïde ; il ressemble à du jayet.

6. Lignite des environs d'Aix. Schisteux, d'un noir pur, il ne laisse apercevoir des traces d'organisation végétale que dans quelques points.

7. Lignite de Dax. D'un beau noir, à cassure inégale ; il ne présente plus l'apparence ligneuse.

8. Lignite d'Elbogen, en Bohême. Il forme dans le terrain tertiaire une couche puissante, compacte, homogène, d'un brun noir, à cassure conchoïde terne. C'est un combustible remarquable au point de vue céramique par l'usage que MM. Haidinger en ont fait pour cuire avec succès leur porcelaine dure.

9. Lignite bitumineux de l'île de Cuba. Il a l'éclat gras et d'un noir velouté ; il donne un coke très-boursouflé et très-léger.

Les lignites sont généralement de formation plus récente que la houille et celle-ci plus récente encore que l'anthracite ; mais on passe d'un combustible à l'autre par des modifications insensibles. Ces combustibles, comme ceux qui précèdent, sont dus évidemment au dépôt suivi d'une altération plus ou moins avancée de matières d'origine organisée ; les lignites dont la formation se rapproche le plus de l'époque actuelle, témoignent souvent par une structure fibreuse de leur origine végétale. On la retrouve en effet dans toutes les variétés de lignites, dans le bois fossile, dans le bois bitumineux, comme dans les lignites communs. Il est à remarquer que le carbone augmente à mesure que la coloration devient plus foncée.

HOUILLE.

Les applications récentes qu'on vient de faire de la houille à la cuisson de la porcelaine donnent aux combustibles fossiles un intérêt qui doit aller toujours en croissant. Cette considération nous engage à réunir, comme nous l'avons fait pour les lignites, les analyses des principales variétés de charbon de terre; nous pensons que le fabricant de porcelaines surtout y trouvera groupés les renseignements qui pourront l'éclairer dans bien des circonstances et dans le choix des variétés de houille les plus convenables pour le but qu'il se propose.

On distingue, en effet, d'après leur manière d'être :

Les houilles sèches à longue flamme;

Les houilles grasses à longue flamme;

Les houilles grasses maréchales;

Les houilles dures.

Toutes donnent un coke boursouflé, pulvérulent ou fritté.

Les houilles proprement dites, c'est-à-dire celles qui se trouvent dans les terrains secondaires, sont en général d'un beau noir presque toujours éclatant; leur cassure est conchoïde, inégale, lamelleuse ou schisteuse; elles sont fragiles ou peu dures; leur poussière est noire ou d'un brun très-foncé. Leur densité varie de 1,16 à 1,60.

L'hectolitre de houille en morceaux pèse de 80 à 90 kilogrammes. Ce poids est de 80 à 85 kilogrammes pour la houille menue, de 80 pour le mélange de gros et de menus morceaux, et 65 à 66 kilogrammes seulement pour la houille grêle, c'est-à-dire sans mélange de menu. Les houilles brûlent avec une flamme jaunâtre accompagnée de fumée et répandant une odeur bitumineuse caractéristique; la flamme dure plus ou moins longtemps, suivant la nature de la houille.

Le pouvoir calorifique des houilles est considérable; il est, terme moyen, à peu près égal à celui du charbon de bois.

Dans les verreries à bouteilles on compte 2 parties de bois pour remplacer 1 partie de houille; dans les cristalleries on compte que 1,66 de bois sec remplacent 1 partie de houille. En métallurgie on admet en général que le pouvoir calorifique de la houille est à celui du bois, à poids égal, dans le rapport de 15 à 8.

	DENSITÉ	CENDRES, pour 100.	COMPOSITION, cendres déduites.			POUVOIR CALORIFIQUE, cendres déduites.	
			CARBONE.	HYDROGÈNE.	OXYGÈNE et azote.	ÉQUIVALENT en carbone pur.	CALORIES.
HOUILE SÈCHE A LONGUE FLAMME.							
1. Houille de Saint-Girons........	1,316	4,08	76,05	5,69	18,26	86,2	6,965
2. Houille de Sainte-Colombe.....	1,305	0,89	76,09	5,84	18,07	86,5	7,013
3. Houille de Noroy.............	1,410	19,80	78,32	5,38	16,30	88,3	7,135
4. Houille de Blanzy............	1,362	2,28	78,26	5,35	18,39	88,2	7 127
HOUILLE GRASSE A LONGUE FLAMME.							
5. Houille de Commentry........	1,319	0,24	82,92	5,30	11,78	94,4	7,628
6. Houille d'Épinac.............	1,353	2,53	83,22	5,23	11,55	94,4	7,644
7. Houille de Lancashire.........	1,317	2,55	85,81	5,85	8,34	100,2	8,096
8. Houille de Lavaysse...........	1,284	5,13	86,56	5,56	7,88	100,3	8,105
9. Houille de Rive-de-Gier.......	1,311	5,22	86,30	5,27	8,43	99,0	7,992
10. Houille de Mons (Flénu).......	1,276	2,10	86,49	5,40	8,11	99,7	8,048
HOUILLE GRASSE MARÉCHALE.							
11. Houille de Newcastle..........	1,280	1,40	89,19	5,31	5,50	103,0	8,322
12. Houille de Rive-de-Gier.......	1,298	1,78	89,04	5,23	5,73	102,6	8,290
HOUILLE DURE.							
13. Houille d'Alais...............	1,322	1,41	90,55	4,92	4,53	103,6	8,370

1. Houille de Saint-Girons. En couche mince dans les bancs de grès appartenant à la formation du grès vert.

2. Jayet de Sainte-Colombe (Aude). Il se trouve, comme la houille de Saint-Girons, dans le grès vert.

3. Houille de Noroy (Vosges). Elle forme une couche dans les marnes irisées; sa cassure est inégale, sa couleur le noir terne. Elle est très-impure.

4. Houille de Blanzy (Saône-et-Loire). En gros fragments, à cassure largement lamelleuse; d'un très-bon usage pour le chauffage des machines à vapeur.

5. Houille de Commentry (Allier). A cassure conchoïde et très-brillante, brûlant avec une flamme vive et fuligineuse.

6. Houille d'Epinal (Saône-et-Loire). A cassure schisteuse, brillante; les pyrites de fer dont elle est chargée la rendent facilement décomposable à l'air.

7. Cannel-Coal des mines du Vigan, dans le Lancashire. D'un noir brunâtre, sans éclat, à cassure compacte; difficile à casser.

8. Houille de la mine de Lavaysse, près de Decazeville (Aveyron). Provenant d'une couche puissante; elle présente une cassure conchoïde avec l'éclat résineux.

9. Houille de Rive-de-Gier de la concession de Couzon (Loire). Provenant de la couche dite *la Grande-Masse;* c'est la principale couche du bassin de Rive-de-Gier. Sa cassure est inégale, sans éclat.

10. Houille de Mons, connue sous le nom de *flénu*. Le flénu est au centre du bassin houiller de Mons; il brûle avec une longue flamme; il se présente en gros fragments qui ont une couleur noire avec un certain éclat. C'est la variété employée jusqu'à ce jour dans la cuisson à la houille à la manufacture de Sèvres.

11. Houille de Newcastle, collante, dite *coaking-coal*. L'analyse est ancienne; on la doit à Richardson.

12. Houille de Rive-de-Gier (Loire). Extraite de la concession de la Grande-Croix, provenant du banc dit *Banc-Maréchal,* qui fait partie de *la Grande-Masse*. D'un beau noir, d'un éclat vif et gras; elle est très-collante et d'une excellente qualité.

13. Houille de Rochebelle à Alais (Gard). A cassure inégale, d'un noir bleuâtre, sans éclat; très-estimée pour le travail du haut fourneau.

Le tableau qui précède contient l'analyse d'un grand nombre de combustibles fossiles après dessiccation à 100 degrés. On a réuni dans la même colonne l'oxygène et l'azote ; on a remarqué que la quantité d'azote était à peu près constante et qu'elle se trouvait comprise entre 0,015 et 0,020 : il sera donc toujours facile de représenter les données analytiques exactes en faisant la correction que nous indiquons ici.

Les résultats consignés d'une manière synoptique permettent d'expliquer les usages auxquels on destine ces divers combustibles, et que la science trouve en rapport avec les données fournies par la pratique.

Plus il y a d'hydrogène en excès sur l'oxygène, plus la houille est collante. Lorsque cette quantité est très-considérable, les produits volatils que donne la distillation sont considérables et la combinaison du combustible avec l'oxygène de l'air est rapide ; la combustion est vive ; la flamme est longue.

Les houilles grasses à longues flammes conviennent bien mieux que les houilles sèches pour la cuisson des poteries dans des fours à haute température ; en général elles conviennent aux fours à réverbère, lorsque la température doit être élevée. Les houilles maigres ou les houilles sèches à longues flammes sont bonnes pour le chauffage des chaudières à vapeur.

Cendres. — Les combustibles minéraux exercent sur les poteries, dans les fours, une action de même sorte que les combustibles végétaux, par la présence des cendres, mais généralement la nature des cendres est différente ; variable d'une couche à l'autre et souvent d'un point à l'autre dans une même couche, la proportion peut s'élever jusqu'à 19 pour 100. Elle est presque toujours au-dessus des dosages portés dans le tableau qui précède ; car les masses prises pour l'analyse ont été choisies.

Les cendres de houille sont généralement argileuses, quelquefois elles contiennent du carbonate de chaux et du sulfate de chaux ; ce dernier résulte de la présence des pyrites que certaines houilles renferment en quantité très-notable. La partie argileuse provient des couches schisteuses au milieu desquelles sont répandues les couches ou les amas de houille, et qu'on trouve interposés dans la même masse.

La pyrite n'a pas dans les arts céramiques le même inconvénient

que dans les arts métallurgiques, cependant elle n'est pas sans gêner beaucoup la fabrication : dans le second cas, elle altère la pureté des métaux, en introduisant du soufre qui les rend cassants; dans le premier, elle donne des cendres ferrugineuses, colorées, qui tachent les poteries, ou qui forcent pendant l'encastage à des précautions coûteuses.

ANTHRACITE.

Les anthracites brûlent difficilement, avec une flamme faible; on les utilise, principalement dans la cuisson des briques, mélangées avec la matière à cuire; elles donnent une température élevée sur le point où se fait la combustion, et comme toute la masse est en ignition, le massif de briques à cuire peut arriver à la température convenable. Elles renferment une plus grande quantité de carbone que les autres combustibles minéraux. Voici l'analyse de deux variétés; elle prouve que l'hydrogène et l'oxygène existent en moins grande quantité que dans les houilles et les lignites.

ANTHRACITE	CENDRES, pour 100.	CARBONE.	HYDROGÈNE.	OXYGÈNE et azote.	POUVOIR calorifique.
Pays de Galles....	1,58	92,56	3,33	2,53	7,300
Lamure..........	4,57	89,77	1,67	3,99	6,800

Pouvoir calorifique. — Le pouvoir calorifique des combustibles désignés sous le nom de *houille grasse* et *dure,* d'*anthracite,* etc., est égal, sinon supérieur à celui du carbone pur. Il est à remarquer que ce pouvoir diminue rapidement à mesure qu'on se rapproche de l'époque actuelle. Les lignites bitumineux, qui font exception à cette règle, ne se trouvent qu'en très-petite quantité.

TEMPÉRATURE DE COMBUSTION.

Indépendamment du pouvoir calorifique des divers combustibles, il peut être utile de connaître quelquefois la température de combustion. Nous nommerons ainsi, d'après M. Ebelmen, l'échauffement thermométrique maximum qu'il est possible de produire avec un combustible donné : l'exemple suivant nous permettra de déter-

miner cette température pour tous les combustibles ; il est facile de connaître la quantité d'air nécessaire pour que cet air et le combustible employé se transforment réciproquement et complétement en eau, acide carbonique et azote, en partant de cette base que 1 kilogramme de carbone exige $11^k,59$ d'air contenant $2^k,666$ d'oxygène pour se changer en acide carbonique, et que 1 kilogramme d'hydrogène en prend trois fois plus ou $34^k,77$ (contenant 8 kilogrammes d'oxygène) pour former de l'eau ; on commence par tenir compte de l'oxygène contenu dans le combustible en diminuant 1 d'hydrogène pour 8 d'oxygène. On aura ainsi, pour 1 kilogramme de combustible le poids de chacun des produits gazeux de la combustion ; or la chaleur produite par celle-ci doit se répartir entre tous les gaz de manière à les porter tous à une même température qu'on peut calculer, puisqu'on connaît la chaleur spécifique de chacun des gaz ou la quantité de chaleur que prend 1 kilogramme de chacun d'eux pour s'échauffer de 1 degré. Le nombre ainsi obtenu, qui représente la température de combustion, varie comme on peut s'y attendre, d'un combustible à l'autre. On ne doit toutefois considérer ce nombre que comme une approximation, car on ne sait pas si la chaleur spécifique des gaz ne varie pas avec la température.

Comme exemple de calcul, cherchons la chaleur de combustion d'un charbon qui contiendrait :

Hydrogène	2,83
Carbone	87,68
Oxygène	6,43
Cendres	3,06
	100,00

1°. Déterminons d'abord le pouvoir calorifique. Retranchons de 2,83 d'hydrogène celui qui correspond à l'oxygène, que donne la proportion

$$8 : 1 :: 6,43 : x = \frac{6,43}{8} = 0,80.$$

Il reste 2,03 d'hydrogène, qui équivalent à $2,03 \times 3 = 6,10$ de carbone. Le combustible équivaut donc à 93,78 de carbone pur, et son pouvoir calorifique calculé sera de 6,775.

2°. Cherchons la température de combustion.

Un kilogramme de carbone prendra pour $0^k,8768$ de carbone.................................. $10^k,10$ d'air,
et formera $3^k,211$ d'acide carbonique.

Les $0^k,0203$ d'hydrogène prendront... $0^k,71$ d'air,

$10^k,81$ ou $8^{mc},31$ d'air,

et formeront $0^k,1827$ d'eau, auxquels il faut ajouter les $0^k,0723$ d'eau formée par l'oxygène du charbon, en tout $0^k,255$ d'eau.

Les produits de cette combustion seront donc :

Acide carbonique...........	3,2110
Eau.......................	0,2550
Azote.....................	8,3240
Cendres...................	0,0306

La chaleur spécifique de l'acide carbonique étant à $0^k,221$, la quantité de chaleur nécessaire pour élever $3^k,221$ de 1 degré sera $3,221 \times 0,221 = 0,712$.................................. 0,712

La chaleur spécifique de la vapeur d'eau est 0,847; le produit par $0,255 = 0,216$.................................. 0,216

Le coefficient de l'azote est 0,273; le produit par 8,324. 2,272

3,200

La chaleur spécifique des cendres peut être évaluée approximativement à 0,20; le produit par 0,03 sera 0,006, qui peut être négligé dans ce cas.

En ajoutant les trois nombres qui précèdent, on a $3^{cal},20$, qui représentent la quantité de chaleur nécessaire pour que tous les produits de la combustion de 1 kilogramme de charbon s'échauffent de 1 degré. Or, comme la chaleur totale produite est de 6,775, la température de combustion sera $\frac{6,775}{3,2} = 2,117$ degrés. (*Dictionnaire des Arts et Manufactures,* t. Ier, f° 82.)

La chaleur développée par la combustion s'utilise de deux manières différentes : l'une est rayonnée par le combustible embrasé; l'autre est entraînée par les produits de la combustion. Nous verrons qu'on cherche dans les fours à poterie à tirer parti de toute la chaleur rayonnée, mais qu'en raison même de la haute température qu'il faut atteindre, on est obligé, tout au moins dans la pratique actuelle, d'abandonner les produits de la combustion à

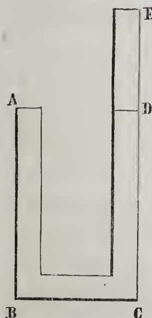
des températures très-élevées qui font perdre une quantité très-considérable de la chaleur produite.

COMBUSTION DANS LES FOURS.

La combustion s'effectue sous l'influence de l'oxygène.

L'oxygène nécessaire à cette transformation du combustible en gaz échauffés est toujours pris dans l'air, qui renferme 21 parties d'oxygène pour 79 d'azote; à ces éléments s'ajoutent des quantités d'acide carbonique et d'eau, variables avec la température et les circonstances atmosphériques. L'air traversant le combustible incandescent forme de l'acide carbonique et de l'eau; l'azote reste en mélange avec ces deux produits. Pour activer la combustion, l'air doit traverser continuellement le combustible; on satisfait au renouvellement de l'oxygène ou par des machines soufflantes ou par le simple tirage des cheminées. La première méthode ne s'applique que lorsque l'air doit traverser une couche épaisse de combustibles. Dans les arts céramiques, on fait usage de la seconde méthode : on peut déterminer par le calcul la vitesse d'écoulement et l'influence des divers éléments de ce problème sur le tirage des fours. (*Traité de la Chaleur;* par M. Péclet.)

Fig. 284.



Supposons que AB (*fig.* 284) soit une colonne d'air qui s'échauffe en B et qui sorte par l'ouverture A. La colonne AB est beaucoup plus chaude, et, par conséquent, beaucoup plus légère que la colonne CD de même hauteur, qu'on suppose à la température ordinaire : il s'établit un courant de B vers A. Si nous ramenons la colonne CD à la même température que la colonne AB, elle prendra une hauteur CE; le mouvement de la colonne d'air sera déterminé par la différence des deux branches du siphon ABCDE ou DE $= h$. La vitesse d'écoulement peut être donnée en fonction de la hauteur de la cheminée, de la température de la cheminée et de la température ambiante. Soient H la longueur CD $=$ AB la hauteur verticale de la cheminée, $a = 0{,}00366$ la dilatation de l'air pour 1 degré, t la température ambiante, t' celle de l'air qui remplit la cheminée; la hauteur que prendrait une colonne d'air remplissant une cheminée

à la température t passant à la température t' étant $H\frac{1+at'}{1+at}$, la hauteur motrice sera

$$H\frac{1+at'}{1+at} - H = \frac{Ha(t'-t)}{1+at};$$

mais at est nécessairement très-faible et peut être négligé; il ne reste plus pour la hauteur motrice que $Ha(t'-t)$, ce qui donne pour la vitesse théorique

$$v = \sqrt{2gHa(t'-t)}.$$

La vitesse réelle est beaucoup moindre; car l'air chaud entrant dans une cheminée par la partie inférieure perd de sa chaleur, en s'élevant, par l'effet de l'irradiation et du contact des parois; les frottements de l'air à travers la masse du combustible et sur les parois de la cheminée diminuent la vitesse d'écoulement : on a démontré que la résistance est proportionnelle au carré de la vitesse, proportionnelle encore à la longueur des tuyaux, mais en raison inverse des diamètres; elle varie de même avec la nature des tuyaux : plus grande dans les tuyaux de terre cuite que dans la tôle, plus grande dans celle-ci que dans la fonte. Pour des cheminées de 13 à 14 mètres, la vitesse réelle de sortie n'est que les 0,20 ou 0,25 de la vitesse théorique.

Nous supposons dans tout ce qui précède que l'air ne change ni de nature chimique, ni de densité, après l'avoir ramené à 0 degré; mais pratiquement il n'en est pas ainsi : l'oxygène se change en acide carbonique et vapeur d'eau. Réellement sous le même volume, l'un est plus lourd que l'air, l'autre plus léger; la densité de la vapeur d'eau = 0,621, celle de l'acide carbonique = 1,521, et celle de l'oxygène = 1,1056. Cette circonstance peut avoir une influence sur le tirage : elle s'opposerait seule à ce que la vitesse pratique coïncidât avec la vitesse théorique; mais le principal obstacle à l'écoulement est le frottement qu'éprouvent les produits de la combustion dans le parcours de la cheminée.

La résistance due au frottement du courant d'air est en raison inverse de la section et proportionnelle à son périmètre; on doit choisir pour section inférieure celle dont la forme présente le maximum de surface pour un périmètre donné. La meilleure forme est donc la section circulaire.

Lorsqu'on rétrécit, au moyen d'un diaphragme, la section supérieure d'une cheminée, la dépense d'air et conséquemment le tirage diminuent; la vitesse à l'intérieur le long des parois diminue de même, et la résistance due au frottement est moins considérable. On voit ainsi que l'orifice d'entrée de l'air restant le même, on augmente considérablement la vitesse de l'air admis, en élargissant la cheminée; on compense par un élargissement un défaut de hauteur. La limite de largeur qu'il faut adopter est celle à laquelle commencent les courants et remous, qui conduisent à des pertes de force vive.

Lorsque le diaphragme est placé dans la partie inférieure, la vitesse augmente avec le rétrécissement. On explique de la sorte l'activité de la combustion dans les poêles quand on ferme la porte, dans les cheminées quand on abaisse les trappes; on détermine ainsi des courants d'air plus rapides. La diminution de la dépense *théorique* devient moindre; on sait que la vitesse d'écoulement de l'orifice supérieur ne dépend que de la pression et non du diamètre, et que la dépense augmente avec celui-ci.

Ces indications sont très-importantes pour la pratique des fours à poterie; nous ajouterons ici qu'il ne faut pas que la vitesse de sortie de l'air chaud se trouve abaissée, par l'élargissement de la cheminée, au-dessous de 2 à 3 mètres par seconde, pour que l'influence des vents ne se fasse sentir sur l'écoulement de l'air.

Nous poserons comme conséquences de ces observations quelques résultats pratiques qu'il faudrait ériger en préceptes.

En rétrécissant dans un four les orifices d'entrée de l'air, on augmente le tirage à travers ces orifices; en rétrécissant les passages dans lesquels circule l'air, comme les intervalles des piles de cazettes, on augmente de même la vitesse de l'air, et conséquemment le frottement et la perte de force vive qu'elle entraîne. Un enfournement à plus larges intervalles détermine une entrée plus abondante et produit, toutes choses égales d'ailleurs, une atmosphère *plus oxydante*. Dans un enfournement serré, il faudrait rétrécir l'alandier pour éviter une atmosphère trop *réductive*.

La cheminée restant la même, on rendra l'atmosphère oxydante ou réductive, en rétrécissant ou développant, dans certaines limites, la surface des alandiers.

L'élargissement des intervalles compris entre les files a pour ré-

sultat, toutes choses égales d'ailleurs, d'amener une atmosphère plus oxydante.

L'élargissement de la cheminée produit une atmosphère plus oxydante; la production des gaz combustibles est proportionnelle à la surface des alandiers ou des grilles, et par conséquent au carré des dimensions; l'appel de l'air est seulement augmenté proportionnellement, puisque la vitesse est réduite dans le rapport inverse.

EMPLOI DES COMBUSTIBLES SOLIDES.

Les appareils dans lesquels on utilise les combustibles pour appliquer à la cuisson des poteries leur chaleur de combustion sont de deux classes :

La première comprend tous ceux dans lesquels le combustible est en contact avec la matière à cuire. On peut employer pour cet effet ou des combustibles carbonisés ou des combustibles donnant peu de flamme. On trouve un exemple de ce mode de cuisson dans la cuisson des briques; cette méthode est d'un usage peu général; on ne peut l'appliquer qu'à la confection d'objets communs et grossiers qui n'ont rien à redouter du contact avec le combustible et les cendres que laisse la combustion complète.

La seconde méthode comprend tous les appareils où la matière à cuire n'est pas en contact direct avec le combustible. On doit établir pour la théorie des fours à poterie des différences entre les fours à basse température et ceux à température élevée; on doit encore distinguer les fours qui cuisent à flamme renversée. Tous ces appareils sont généralement appliqués à la cuisson des poteries, de quelque genre qu'elles soient. Nous admettrons cependant, car il nous sera facile de le démontrer plus tard, que la composition de la poterie n'est pas sans être modifiée par la nature du milieu dans lequel cette poterie est cuite, et les actions chimiques ne sont pas également énergiques pendant toute la durée de la cuisson ; il faut savoir déterminer à volonté la production de fumée, d'atmosphère neutre, d'atmosphère oxydante, suivant la variété des poteries que l'on entend fabriquer.

Les dimensions des fours à poterie sont en général assez considérables; il convient de choisir des combustibles qui brûlent avec flamme, et si la poterie qu'on fabrique exige pour sa cuisson une

température très-élevée, il faut que le combustible ait en outre un pouvoir calorifique considérable, et de plus une chaleur de combustion très-élevée; car il faut, pour utiliser le combustible, que la température de combustion soit de beaucoup supérieure à celle qu'il est nécessaire de produire dans l'intérieur du four. La température de cuisson de la porcelaine est évaluée à près de 1,600 degrés; on arrivera d'autant plus aisément à cuire cette poterie, que la différence entre cette température et celle qui est produite par la combustion du courant gazeux sera plus considérable: on comprend qu'il serait impossible avec un combustible donné d'obtenir l'effet qu'on en attend, quelle que soit la quantité qu'on en consume, si la température de combustion est inférieure ou seulement égale à celle que l'on veut atteindre.

Dans le chauffage des fours à poterie, la température de combustion doit être répartie dans un espace étendu, et cette circonstance explique la préférence qu'on accorde aux combustibles qui brûlent avec flamme sur ceux qui brûlent sans flamme; le mélange des gaz combustibles produits par la distillation de la houille ou du bois avec l'air en excès se fait dans toute la capacité du four, et le maximum de température peut se répandre dans toute la capacité. Un combustible qui ne produirait que peu de matières combustibles volatiles donnerait son maximum de température à petite distance du lieu d'incandescence du combustible solide, et la température des gaz serait sensiblement abaissée, lorsqu'ils arriveraient dans l'intérieur du four.

Du reste, on pourrait faire brûler avec flamme des combustibles comme le coke et l'anthracite, en faisant arriver sur le charbon incandescent une petite proportion de vapeur d'eau. Celle-ci donne au contact du charbon, à la température rouge, de l'acide carbonique et de l'hydrogène qui ne se mélangent complétement à l'air qu'assez loin du foyer et qui s'y brûlent en prolongeant la flamme. Mais cette combustion, accompagnée de flamme et de vapeur d'eau, pourrait avoir quelques inconvénients pour la cuisson des poteries composées dont la glaçure pourrait subir quelques avaries.

La production de la fumée est variable avec la température du four et l'état du combustible dans le foyer. Dans les fours dont la température est élevée, on ne remarque généralement de fumée que lors du chargement de la grille. Le charbon très-divisé con-

stituant la fumée se dissout dans l'air en excès et dans l'acide carbonique, qui se transforme en oxyde de carbone; au moment du chargement, le refroidissement du gaz, par le fait de la distillation, abaisse au-dessous de la température nécessaire à leur combustion complète les produits de la distillation incomplétement brûlés.

La fumée entraîne donc une perte notable dans le rendement en calories que pourrait produire le combustible; elle a de plus un inconvénient très-grave pour la réussite de certaines fabrications qui doivent cuire dans une atmosphère oxydante ou neutre. Il peut être utile de la brûler aussi complétement que possible; on opère alors la combustion d'une manière plus satisfaisante en renversant la flamme : ce mode est dit à *flamme renversée*. On en fait un usage général pour la cuisson des faïences et des porcelaines lorsqu'on cuit au bois. On peut encore la brûler d'une manière plus complète lorsqu'on a le soin de laisser entre les parois du four et le bois dont les alandiers sont chargés un espace libre par lequel l'air en excès pénètre en nappe qui rencontre les premiers produits de la distillation.

Dans la combustion à flamme renversée, le combustible, qui est sec et débité sous forme de petites bûchettes, se trouve maintenu par ses deux extrémités sur deux petites portées réservées sur la bouche du foyer; l'air s'introduit de haut en bas, et, avant d'arriver dans l'espace qui contient les pièces à cuire, il traverse d'abord le bois qu'on vient de charger, puis le charbon qui se trouve au-dessous. Les produits de la distillation du bois sont donc obligés de traverser, en même temps que l'air non brûlé, du charbon incandescent.

On comprend aisément que la théorie de la combustion, telle que nous venons de l'indiquer, n'explique pas tous les phénomènes qui se passent dans les fours; dans ces appareils, on obtient généralement une combustion assez complète : la combustion donne cependant un mélange de vapeur d'eau, d'acide carbonique, d'oxyde de carbone et de gaz azote. L'oxyde de carbone peut provenir du carbone de la fumée dissous par l'acide carbonique produit pendant la combustion sur le foyer. Mais il peut provenir aussi de la transformation du même acide par le carbone incandescent lorsque les gaz ont à traverser une certaine épaisseur de braise. L'étude

de ce qui se passe dans ces circonstances permet d'expliquer quelques faits de la pratique des fours.

Lorsque l'air traverse une épaisseur un peu considérable de charbon, l'oxygène de l'air en s'introduisant dans le fourneau forme d'abord de l'acide carbonique qui, traversant une seconde couche de combustible incandescent, se transforme en oxyde de carbone. Ce fait, observé dans la marche des hauts fourneaux, a donné la théorie de ce qui se passe dans ces appareils. Cette réaction de l'acide carbonique sur le charbon est accompagnée d'un abaissement de température; on peut le démontrer par le calcul.

D'après Dulong, 1 litre de vapeur de carbone pesant $1^{gr},077$ donne en se tranformant en 2 litres d'acide carbonique 7,858 calories; ces 2 litres d'acide carbonique prendront 1 litre de vapeur de carbone ou $1^{gr},077$ pour 4 litres d'oxyde de carbone, qui développeront, par leur combustion complète, 12,520 unités de chaleur.

Ainsi donc $7,858 + 12,520 = 20,378$ calories produites par la combustion complète de 2 litres ($2^{gr},154$) de vapeur de carbone. Or ces 2 litres de vapeur de carbone, en se transformant directement en acide carbonique, n'auraient produit que $2 \times 7,858$ ou 15,716 calories. On en conclut nécessairement que la différence 4,662 représente la quantité de chaleur rendue latente par la transformation de 2 litres d'acide carbonique en 4 litres d'oxyde de carbone.

Il résulte de ce calcul que le combustible solide en couche épaisse donne lieu d'abord à de l'acide carbonique avec température très-élevée, puis à de l'oxyde de carbone avec abaissement de température. On voit de quelle importance il est dans tous les fours qui doivent cuire des poteries réfractaires de ne pas charger les grilles d'une épaisseur trop grande, puisqu'il en résulte un abaissement de température du courant, à cause de la formation de l'oxyde de carbone.

Les actions de cette nature sont surtout intenses lorsque les foyers sont alimentés avec du bois. Le charbon de bois incandescent qui reste sur la grille transforme l'acide carbonique en oxyde de carbone beaucoup plus rapidement que ne le ferait le charbon provenant de la combustion de la houille. La porosité des charbons de bois explique ce fait. D'après M. Mitscherlich, le diamètre

moyen des pores du charbon de bois est d'environ $\frac{1}{100}$ de millimètre. En comparant le poids du charbon sec au poids du même charbon imbibé d'eau et au diamètre des pores, M. Mitscherlich a calculé que la surface totale des cellules, dans un morceau de charbon de bois qui pesait 0gr,9565, était d'environ 8 mètres carrés. Comme les gaz peuvent pénétrer dans les pores du charbon, on voit que sous un faible volume, il leur offre une surface très-considérable, et que, par conséquent, l'action chimique peut s'effectuer tout entière dans un espace peu étendu. Le coke est loin de présenter une porosité comparable à celle du charbon de bois. Aussi les résultats obtenus avec les deux espèces de carbone sont-ils essentiellement différents. (*Recueil des travaux scientifiques de M. Ebelmen*, tome II, page 393.)

EMPLOI DES COMBUSTIBLES GAZEUX.

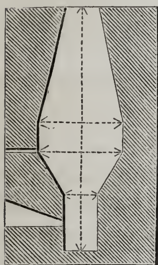
La réaction qu'il importe d'empêcher entre le carbone à l'état d'incandescence et l'acide carbonique peut être avantageusement employée pour obtenir des températures élevées, même avec des combustibles d'une très-petite valeur. On s'est occupé dans ces dernières années d'une question d'une grande importance : l'emploi des combustibles gazeux pour le chauffage des appareils pyrotechniques. On l'a tenté pour la cuisson des poteries.

On comprend tout de suite tous les avantages qui résulteront de l'emploi dans la cuisson de la porcelaine d'un combustible brûlant sans laisser de cendres; on doit obtenir une cuisson plus égale, des altérations moins grandes des cazettes, une réduction notable dans le prix de l'encastage. Comme il est très-certain qu'on tirera parti des combustibles de mauvaise qualité pour produire de hautes températures, nous devons indiquer ici les conditions auxquelles doivent satisfaire les appareils de transformation des combustibles solides en combustibles gazeux, et donner une idée des fours au moyen desquels on peut réaliser la combustion de ces gaz. Nous extrayons ces indications du recueil des travaux importants d'Ebelmen sur la théorie des hauts fourneaux en les modifiant en vue de l'industrie particulière dont nous nous occupons.

TRANSFORMATION DES COMBUSTIBLES EN GAZ. — La distillation est le moyen qui s'offre naturellement à l'esprit; on l'emploie pour

obtenir les gaz d'éclairage; mais cette méthode ne donnerait ni du gaz assez abondant, ni du combustible assez économique. Un hectolitre de houille de Mons, pesant 80 à 85 kilogrammes, donne 20 mètres cubes de gaz à la distillation, pesant environ 15 kilogrammes; on perd une certaine quantité de combustible pour le chauffage des cornues; en ne tenant pas compte du coke, produit que l'industrie céramique n'emploie pas encore, au moins d'une manière courante, le gaz d'éclairage reviendrait à des prix beaucoup trop élevés.

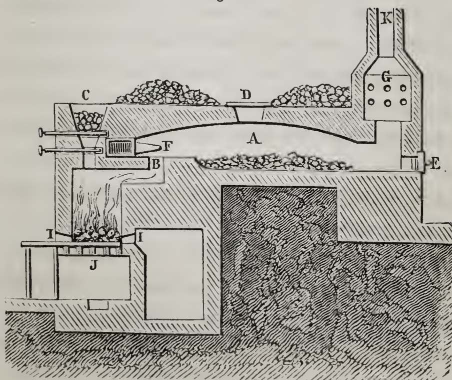
Fig. 285.



La méthode la plus simple pour obtenir, d'une manière pratique, des gaz combustibles consiste dans l'emploi d'une couche épaisse de combustible solide contenu soit dans un four à cuve, soit dans un foyer d'une profondeur considérable (*fig.* 285). On introduit l'air soit par une tuyère, soit par une grille qui communique avec une chambre à double porte, dans laquelle arrive l'air chassé par un ventilateur (*fig.* 286).

Dans tout appareil construit ainsi, la colonne descendante formée par le combustible qui se charge par la partie supérieure est traversée par la colonne ascendante formée par les gaz très-échauffés venant de la partie inférieure. Le combustible éprouve à certaine hauteur une véritable distillation dont les résultats peuvent être comparés à la distillation en vase clos. Audessous de cette zone il n'y a que du charbon; la zone de distillation n'est pas très-étendue, parce que la distillation refroidit considérablement les couches supérieures.

Fig. 286.



L'air introduit par la tuyère ou par la grille traverse une assez

grande épaisseur de charbon; il se change d'abord en un mélange d'acide carbonique et d'azote, puis en un mélange d'azote et d'oxyde de carbone; ces mélanges contiennent dans la première période :

Azote	79,2
Acide carbonique	20,8
	100,0

Dans la seconde :

Azote	65,8
Oxyde de carbone	34,2
	100,0

Si l'air est humide, il se produit en outre une certaine quantité d'hydrogène; ce gaz, en s'élevant dans le fourneau, se charge de tous les produits de la distillation, les uns liquides, les autres gazeux : on peut les conduire au loin pour le brûler dans l'espace disposé pour cet effet : la distance parcourue permet la condensation des vapeurs aqueuses. Cette méthode transforme ainsi des combustibles fixes, brûlant sans flamme, en gaz qu'il est possible d'appliquer à la cuisson des poteries.

Combustion des gaz. — Il est facile de brûler ces gaz si l'air comburant est introduit par un grand nombre d'orifices. On fait arriver ordinairement le gaz en couche mince par un conduit devant une caisse percée d'un grand nombre de trous. L'air arrive dans cette caisse de la machine soufflante, souvent après avoir été chauffé dans un système de tuyaux en contact avec la chaleur perdue, comme on le voit dans le four à réverbère dessiné ci-contre et construit en 1841 dans les forges d'Audincourt.

La *fig.* 287 représente une coupe verticale de l'appareil par un plan passant par l'axe.

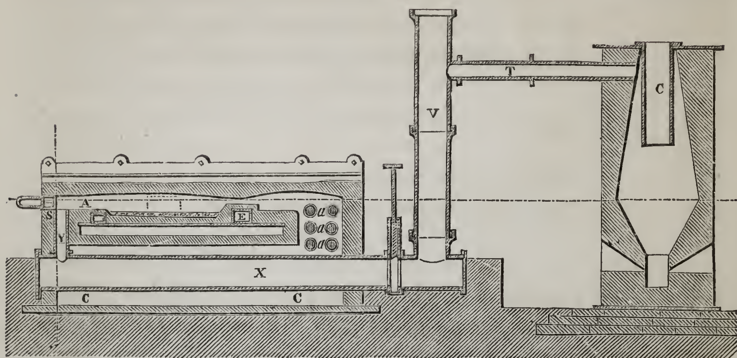
La *fig.* 288 donne le plan à la hauteur du ventre de la cuve.

La *fig.* 289 est une coupe en travers par un plan passant par la ligne GH.

Une flamme longue et bleuâtre indique un excès de gaz combustible par rapport à l'air ; une flamme jaunâtre et courte montre au contraire un excès d'air : la vue seule de ces phénomènes extérieurs permet alors d'apprécier facilement, soit un excès d'air,

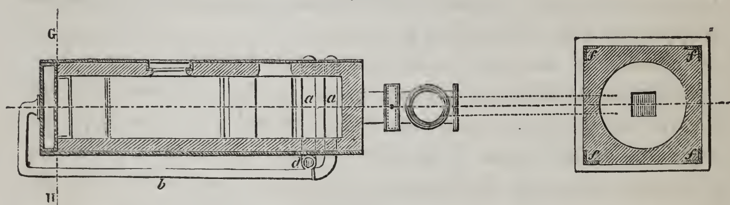
soit un excès de gaz combustible dans l'intérieur du four, même quand il n'y aurait que 0,02 ou 0,03 en excès de l'un ou de l'autre.

Fig. 287.



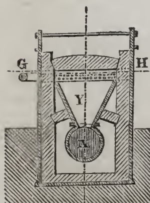
La *fig.* 290 représente la disposition qu'il faudrait adopter pour cuire par les gaz un four à poterie. Les gaz combustibles produits

Fig. 288.



en A se dégagent par un canal coudé pour venir se brûler en B à leur entrée dans le laboratoire.

Fig. 289.

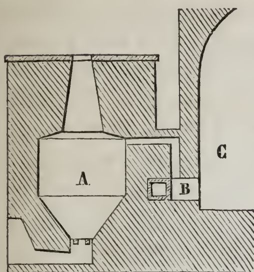


La température qu'on peut produire par la combustion des gaz est suffisante pour donner les effets calorifiques dont on a besoin dans les arts céramiques; on peut cuire facilement de la porcelaine dure. Un seul générateur peut alimenter plusieurs alandiers; des registres établis sur les conduits d'air et de gaz permettent de régler à volonté la composition de l'atmosphère du four.

Ce mode de combustion présente sur les combustibles ordinai-

rement appliqués à la cuisson des poteries l'avantage qu'on peut employer de l'air à la température de 200 à 300 degrés, en utilisant pour chauffer cet air la chaleur perdue des fours; on peut même chauffer aussi les gaz combustibles avant leur entrée dans le four, en restituant de la sorte au four une forte partie de la chaleur qui se dégage par la cheminée. Dans ces circonstances, la température de l'air et des gaz s'élève d'autant plus que le four a lui-même une chaleur plus intense.

Fig. 290.



Avantages de l'emploi des gaz. — Tous les combustibles peuvent être employés dans le générateur à la production du gaz : les menus charbons, les braises sont transformés à l'usine de Bourguignon en gaz qui servent à chauffer un four à réverbère disposé près du générateur; des combustibles terreux même pourraient être employés dans ces conditions.

Si leur transformation en gaz s'effectue dans des générateurs à tuyères, il est indispensable d'ajouter des fondants dont la nature soit en rapport avec celle des cendres du combustible pour les transformer en verre et les faire écouler sous forme de laitiers.

Si les cendres sont argileuses, on ajoute de la chaux et de l'oxyde de fer; les cendres sont-elles calcaires, il faut mêler au combustible de l'argile et quelque peu d'oxyde de fer.

Lorsqu'on se sert de générateur à grille, l'addition du fondant n'est plus nécessaire, il faut seulement que le générateur soit assez grand pour que les cendres ne l'obstruent pas pendant la durée d'une opération. Les générateurs à tuyères ont d'ailleurs l'avantage de fonctionner d'une manière continue; on arriverait, si l'usage s'en répandait, à réserver le combustible dans de véritables gazomètres, comme on le fait pour les gaz destinés à l'éclairage. Ce mode d'obtenir les températures élevées ou non dont les diverses industries ont besoin, aurait l'avantage de permettre au centre des villes même l'installation des appareils à feu qui nuisent surtout à cause des fumées épaisses dont ils chargent l'atmosphère; mais la généralisation de ces méthodes exige une lutte contre les habitudes qui peut durer encore longtemps.

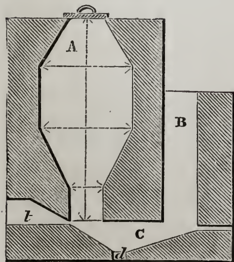
Lorsqu'on emploie des combustibles fixes (charbon de terre, anthracite, coke), les gaz conservent encore une température de près de 500 degrés après avoir passé par une épaisseur de charge de $1^{m},30$ à 2 mètres; on comprend l'avantage qu'il doit y avoir à brûler ces gaz le plus près possible du générateur, afin d'utiliser cette chaleur sensible. Pour des combustibles à longues flammes (bois, tourbes), en sortant du four la température des gaz ne s'élève guère au delà de 100 degrés : ils contiennent une grande quantité de produits liquides condensables; pour le bois, ces liquides contiennent une grande quantité d'eau qui diminue la température de combustion. On a tout intérêt à condenser le gaz dans de grands réservoirs qui reçoivent les vapeurs liquéfiées (acide acétique, goudron), utilisables d'ailleurs; on réchauffe ensuite les gaz avant de les brûler par de l'air chaud. On se sert à cet effet de la chaleur perdue des fours de cuisson.

La composition de quelques gaz obtenus dans les générateurs à tuyères rend compte des effets qu'on peut en obtenir.

	Origine des gaz.		
	Braise.	Bois en nature.	Tourbe.
Acide carbonique.....	0,45	7,23	7,32
Oxyde de carbone.....	33,63	32,40	22,63
Hydrogène............	2,55	10,26	5,92
Azote................	63,37	50,11	64,13
	100,00	100,00	100,00

Lorsqu'on fait la transformation dans un fourneau de $1^{m},60$, analogue à celui que nous avons représenté (*fig.* 285) en le chargeant avec du bois, la distillation de ce combustible s'effectue au moyen de la chaleur sensible conservée par le mélange d'oxyde de carbone et d'azote provenant de la partie inférieure de l'appareil; le gaz renferme à sa sortie de la cuve toutes les vapeurs que donne le bois à la distillation. Pour éviter la formation de ces vapeurs, on peut employer le générateur à flamme renversée disposé ci-contre (*fig.* 291).

Fig 291.



Le bois donne alors des gaz qui ont pour composition :

Acide carbonique...........	13,20
Oxyde de carbone..........	18,98
Hydrogène.................	17,85
Azote.....................	49,97
	100,00

La flamme provenant de la combustion de ces gaz est jaunâtre et sans fumée. On voit que le bois et la tourbe donnent des gaz dont la température de combustion sera très-élévée, si l'on a soin de condenser les produits liquides et de réchauffer les gaz avant de les brûler dans les fours.

Les indications qui précèdent ont permis à M. Ebelmen de conclure que la transformation des combustibles en gaz permettra d'utiliser, pour produire de hautes températures, des combustibles de peu de valeur ou brûlant sans flammes : il faut à la vérité une force motrice pour chasser l'air dans le générateur et pour brûler les gaz. Mais rien à la rigueur ne s'opposerait à ce qu'on employât pour emmagasiner la quantité de gaz nécessaire à la cuisson d'une fournée la chaleur perdue pendant la fournée précédente, en l'appliquant à l'échauffement de générateurs qu'on placerait au-dessus du four pour employer la chaleur entraînée par le tirage.

FOURS.

Nous avons dit que les formes des fours étaient variables avec la nature du combustible employé, avec la température qu'ils doivent produire; nous ajouterons encore que ces formes ont varié de même avec l'époque à laquelle les fours ont été construits. Considérés dans leur ensemble, leurs dispositions peuvent être généralisées; nous ferons ressortir, en établissant des subdivisions, les avantages et les inconvénients attachés à chaque forme. Les notions qui précèdent nous mettront à même de tirer quelques conséquences utiles de l'ensemble de la structure des *fours*.

Tous les fours à poteries sont formés, dans l'état actuel de la pyrotechnie céramique :

1°. D'une capacité contenant la marchandise à cuire, à laquelle on donne le nom de *laboratoire ;*

2°. De foyers spéciaux destinés à recevoir le combustible;

3°. De cheminées dont l'effet est de produire l'appel d'air nécessaire à la combustion.

L'ensemble de ces dispositions autorise la comparaison que nous nous sommes réservé de faire entre ces appareils et les cheminées considérées au point de vue théorique. Les foyers sont généralement à la partie inférieure du système, la cheminée surmontant le laboratoire; la hauteur totale du four se confondant avec la hauteur dont on tient compte dans la formule qui donne la *vitesse théorique*.

Si nous considérons comme essentielle la forme de section du laboratoire obtenu par un plan horizontal, nous voyons cette section variable avec les fours ; tantôt elle est carrée ; tantôt elle a la forme d'un parallélogramme allongé, tantôt enfin elle est circulaire. Nous distinguerons tout de suite les fours à section intérieurement angulaire, qu'on nomme généralement *fours carrés*, et les fours à section circulaire, qu'on appelle *fours ronds*.

Les fours carrés nous présenteront des dispositions particulières suivant leur usage : tantôt l'axe de tirage est *oblique*, comme dans les fours à grès communs, les anciens fours de porcelaine allemande; tantôt l'axe de tirage est *vertical*, comme dans tous les fours ronds.

Nous indiquerons ici quelques exemples de chacun de ces systèmes de fours, avant d'indiquer les inconvénients et les avantages que la forme entraîne avec elle.

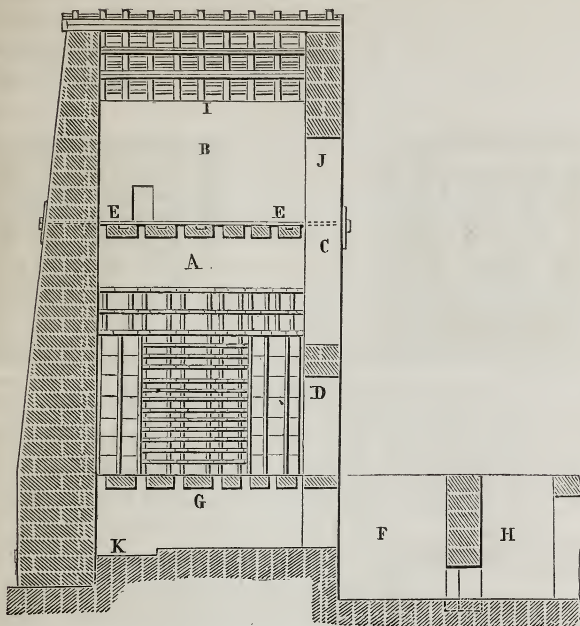
Les différences présentées par les foyers et leur nombre, celles qui résultent de la forme des cheminées, constituent des variétés que nous étudierons ensuite.

FOUR CARRÉ, AXE DE TIRAGE VERTICAL.

Ces fours sont ceux dans lesquels on cuit généralement les poteries grossières, les faïences communes. La capacité A (*fig.* 292) représente le laboratoire, il est carré; la hauteur est séparée par un plancher C qui coupe l'enfournement et forme une seconde capacité, dans laquelle on place les poteries à dégourdir. La porte D permet de faire l'enfournement et le défournement; des ouvertures E, percées dans le plancher, donnent issue aux produits de la combustion dégagés dans le foyer F et s'échappant par les carneaux percés sur la voûte G pour se rendre dans la chemi-

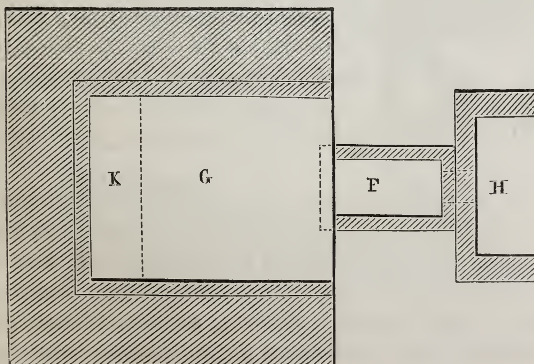
née I percée à claire-voie; H est un espace dans lequel on reçoit

Fig. 292.



les cendres produites pendant la combustion. K est ce que les faïenciers nomment le *bassin* (*fig.* 293); on le voit en plan : c'est

Fig. 293.



une cavité dans laquelle on met la composition qui forme l'émail; cette cavité n'existe pas dans les fours à poteries communes. On cuit avec du bois, dans ces fours, les faïences et poteries grossières : ici il n'y a qu'un foyer; il est inférieur et latéral. On trouve dans

Fig. 294.

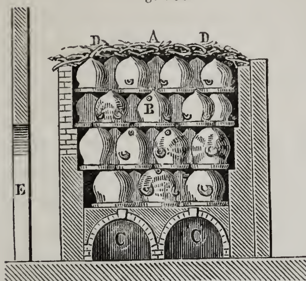
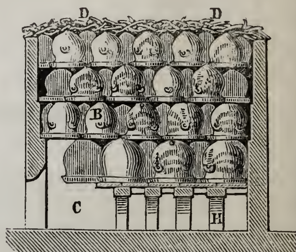
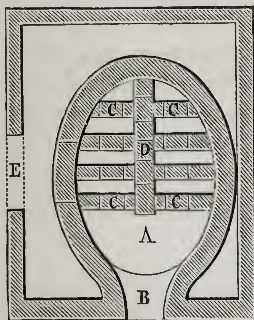


Fig. 295.



la disposition qui suit, en usage en Auvergne, pour cuire les cuviers à lessive qu'on y fabrique en abondance, des fours à deux foyers, également inférieurs, mais ils ne font pas saillie sur le flanc du four; les produits de la combustion dégagés en C (*fig.* 294) s'échappent sous des arcadons H (*fig.* 295) pour se répandre dans l'espace B qui contient les objets à cuire; il n'y a pas plus de cheminée proprement dite que pour le four précédent; des tessons D placés sur les dernières poteries forment la voûte en guise de réverbère. Pour égaliser la chaleur on a légèrement arrondi les angles intérieurs, ce qui donne au plan la forme elliptique (*fig.* 296). Cet appareil se rapproche déjà du four rond; il présente quelques-uns des avantages de cette disposition.

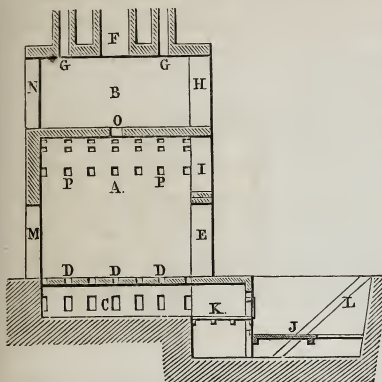
Fig. 296.



Le four de M. Tourasse (*fig.* 297) ne diffère des fours qui précèdent que par la forme des poteries qu'il doit cuire; il est chauffé par deux foyers qui sont disposés avec des grilles K pour recevoir le combustible; un arrière-foyer existe comme dans le four (*fig.* 292) et remplit la même fonction; au lieu de laisser échapper les produits de la combustion par un comble à claire-voie,

la flamme et la fumée s'élancent au dehors par trois ouvertures F et G. Les planchers sont voûtés comme celui qui forme le toit; cette disposition générale a fait donner à ce système de four la dénomination de *four en demi-cylindre couché* qu'on a vu s'étendre à la plupart des fours carrés. Le plan incliné L représente une sorte d'escalier en planches qui permet au cuiseur de descendre dans la fosse pour charger le foyer K. Les produits de la combustion, tamisés sur la première voûte par les ouvertures C et D, le sont à la seconde par les carneaux O et P; des ouvertures, percées sur les faces antérieures et postérieures des fours, donnent toute facilité pour décharger et remplir le laboratoire.

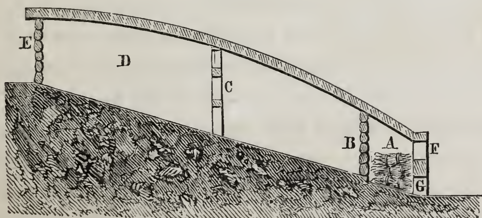
Fig. 297.



FOUR CARRÉ, AXE DE TIRAGE OBLIQUE.

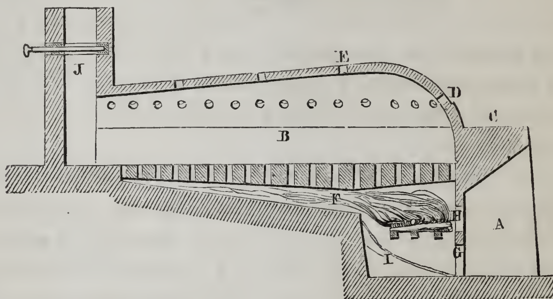
L'usage et l'habitude introduisent souvent dans les diverses fabrications industrielles des pratiques que la routine suit sans s'expliquer sur les avantages qu'on pourrait obtenir en les abandonnant; c'est ainsi que la cuisson des grès cérames s'exécute dans le Beauvoisis avec des fours couchés (*fig.* 298) à foyer latéral inférieur placé dans la direction de l'axe de tirage, à l'opposé de la cheminée d'appel de l'air froid. Le foyer A est séparé du laboratoire par une cloison B à claire-voie formée de poteries de grès cassés :

Fig. 298.



vers le milieu du four est une seconde cloison C qu'on nomme *fenêtre*, et qui a pour objet de tamiser la chaleur en séparant les produits de la combustion ; il n'y a de la sorte que peu de différence entre la température de la première capacité du laboratoire et la seconde D ; il n'existe pas de cheminée proprement dite ; les produits de la combustion se rendent directement dans l'atmosphère par la cloison E formée comme celle qui fait l'entrée B du four. La bouche du foyer est représentée en F ; on retire les cendres par l'ouverture G, placée sous la bouche. Quelque imparfaite que soit cette disposition de four, elle est généralement employée, et c'est d'elle qu'on s'est inspiré, même en lui retirant ce qu'elle a d'avantageux, c'est-à-dire l'inclinaison de la *sole*, dans l'établissement des fours à cuire les grès fins dont nous ajoutons ici une description détaillée (*fig.* 299).

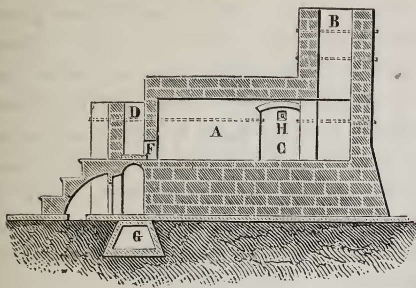
Fig 299.



A représente une chambre voûtée, dans laquelle se tient le cuiseur. B est le laboratoire et C une banquette qui circule tout autour du four et sur laquelle on place les baquets contenant le sel nécessaire à l'opération du salage : le sel est projeté par les ouvreaux D qui règnent sur toute la longueur du four à hauteur de ceinture d'homme au-dessus de la banquette. Les produits de la combustion s'échappent par les ouvertures E après s'être tamisés avant leur entrée dans le four par des carneaux F réservés dans la sole. G représente une ouverture par laquelle on retire les cendres du combustible introduit par H, et qui continuent de se brûler en I à l'état de braise. Il est bon d'établir à l'extrémité du four une cheminée d'appel qui peut être fermée par un registre J dont le but est d'égaliser la chaleur.

On peut obtenir dans ces fours des températures très-élevées; on employait même autrefois un système semblable en Allemagne pour la cuisson des porcelaines.

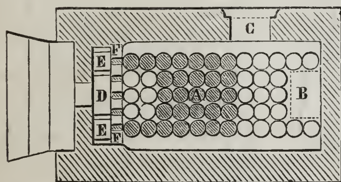
Fig. 300.



Les fours de Vienne étaient autrefois en effet des fours en demi-cylindre couché (*fig.* 300). Dans le laboratoire A on plaçait les produits à cuire; B était la cheminée dont la hauteur déterminait le tirage; la porte C permettait de faire le service du four. Le chauffage se faisait au bois dans les foyers D; les produits de la combustion du bois dans trois compartiments pénétraient dans le four par six ouvreaux F. Au-dessous du four était une voûte G qui s'opposait aux infiltrations de l'humidité.

On voit en plan (*fig.* 301) la disposition générale du four chargé de marchandises.

Fig. 301



En raison de la haute température qu'on devait produire dans le laboratoire, les parties antérieures étaient trop échauffées; les parties postérieures étaient trop éloignées des foyers; on laissait vides les étuis qui devaient recevoir une chaleur trop intense ou qui manquaient de feu.

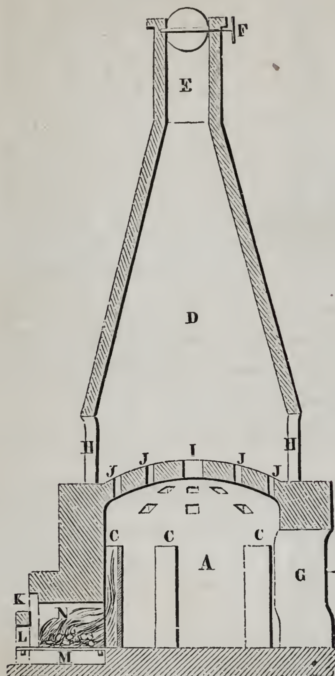
FOURS RONDS, AXE VERTICAL.

Les dispositions que nous venons de présenter sont généralement abandonnées maintenant, même pour les poteries communes. On préfère les fours à section circulaire.

Les foyers, qui reçoivent le nom d'*alandiers,* sont en nombre plus ou moins considérable, suivant les dimensions du four; ils sont répartis uniformément sur la circonférence, et cette disposition a

fait donner à cette sorte de four le nom de *fours à alandiers,* dénomination sous laquelle ils sont actuellement et plus communément connus.

Fig. 302.

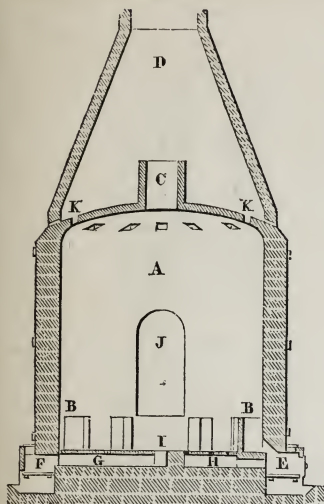


Les foyers sont alimentés au bois ou à la houille. Nous prendrons comme premier exemple de four de cette espèce un four à grès cérame d'Angleterre (*fig.* 302). A est le laboratoire, qui ne reçoit pas directement la flamme produite dans les alandiers N; cette flamme est épurée dans les cheminées C, traverse la voûte en s'échappant par une ouverture centrale I et des ouvreaux J, pour se rendre dans un *cône* D en communication avec l'atmosphère par les ouvertures H; ce cône, qui porte le nom d'*enfer,* est terminé par une partie cylindrique E qu'on peut fermer à volonté par le registre F; le combustible est chargé par une ouverture K située au-dessus de la porte L. Les cendres sont reçues dans le cendrier M. Le four a cinq alandiers.

L'ensemble de ces dispositions est à peu près général; il n'y a de variable que les détails, mais ils varient en quelque sorte à l'infini. Lorsque les dimensions du laboratoire sont considérables, on augmente le nombre des alandiers; et souvent on ajoute à l'intensité de la chaleur centrale (*fig.* 303) au moyen d'un alandier spécial dont la chaleur se rend au centre; ces fours servent ordinairement à cuire la faïence fine. Dans le laboratoire A se rendent les produits de la combustion, qui s'épurent dans les cheminées B, passent par une cheminée centrale C pour se rendre dans la cheminée D. Les alandiers ordinaires sont en E; l'alandier

central est en F; il communique au centre par un canal G et débouche en I : les alandiers E communiquent de même avec l'intérieur du four par un conduit H percé de trous, qui ne pénètre pas jusqu'au centre du four. On voit (*fig.* 304) une coupe par un plan passant au-dessus des cheminées B, et (*fig.* 305) une seconde coupe par un plan parallèle au premier, mais mené perpendiculairement à l'axe à la hauteur des grilles.

Fig. 303.



Le premier four dans lequel on ait cuit à Lille de la porcelaine dure à la houille, en 1785, présente l'ensemble de ceux que nous venons de décrire; seulement (*fig.* 306, 307, 308) les foyers ne sont pas en saillie, et les grilles sont courbées, faisant une espèce de poche. La *fig.* 306 représente une vue extérieure du four; la

Fig. 304.

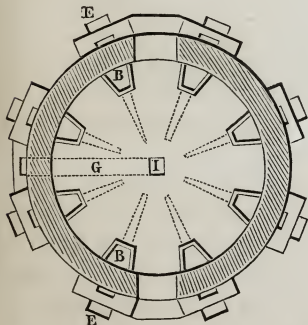


Fig. 305.

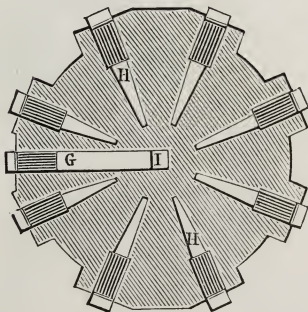


fig. 307 une coupe par un plan vertical passant par l'axe, et la *fig.* 308 une coupe par un plan horizontal passant au-dessus des grilles.

Dans les fours à faïence, les alandiers, dont la forme peut être

très-variée, sont extérieurs, et les grilles sont à barreaux droits (*fig.* 309 et 310). Une ouverture H traversant les parois du four

Fig. 306.

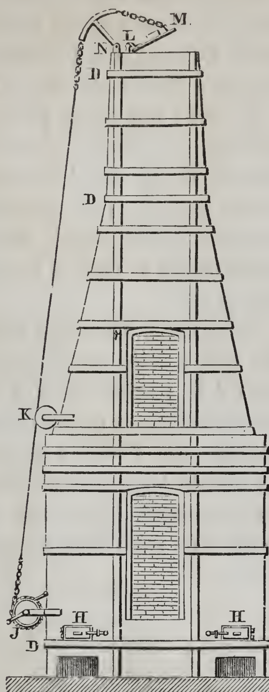
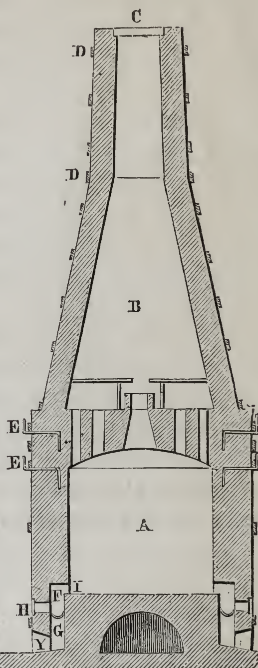
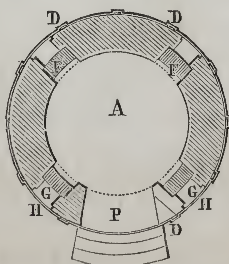


Fig. 307.



et de la cheminée intérieure permet de voir la couleur du feu et d'introduire les pyroscopes.

Fig. 308.



Les *fig.* 311 et 312 représentent un four à cuire la porcelaine au bois, en vue (*fig.* 311) et coupe (*fig.* 312). Le plan (*fig.* 314) indique les alandiers H, au nombre de quatre, coupés par une section au-dessus de la porte du laboratoire A. Cette porte est entre deux alandiers. Les alandiers n'ont plus de

grilles; le combustible se place sur des portées parfaitement indiquées sur la coupe de détail (*fig.* 314).

Fig. 309.

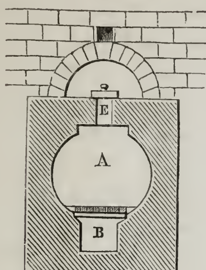
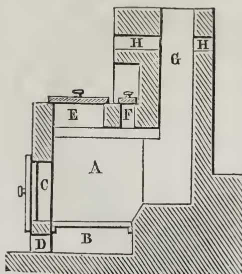


Fig. 310



Les fours que nous venons de décrire sont à cuissons intermittentes, c'est-à-dire qu'il faut, avant de retirer les pièces du four, laisser la température descendre jusqu'à la température ambiante.

Fig. 311.

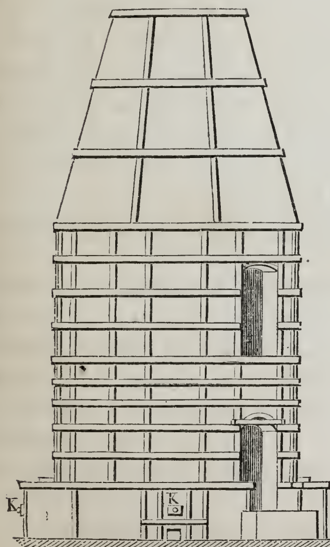
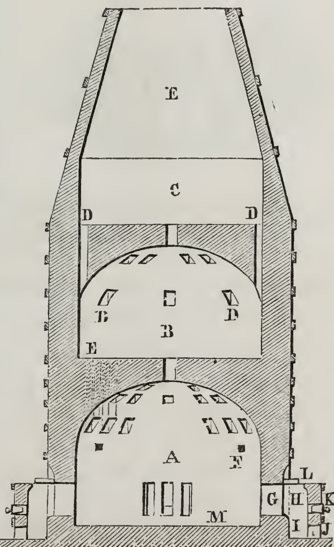


Fig. 312.



On aurait évidemment intérêt pour économiser le combustible à ne pas interrompre le feu; mais il y a quelques difficultés, à cause

des précautions à prendre pour porter au rouge et laisser refroidir les produits céramiques, qui doivent recevoir lentement l'action du calorique, et qui ne peuvent se refroidir rapidement. On n'a pu jusqu'à ce jour cuire d'une manière continue que les objets d'une très-petite dimension; M. Baptérosses cuit ainsi les boutons en pâte feldspathique, qu'il fabrique avec une grande perfection. Les boutons à cuire sont placés dans le laboratoire A (*fig.* 315). La grille B, placée sur une voûte qui permet de surveiller la combustion et d'enlever le mâchefer, est alimentée de combustible par le conduit C. Les produits de la combustion, après s'être élevés au centre du laboratoire sur le fond des caisses F qui contiennent les boutons, descendent dans les intervalles angulaires que ces caisses laissent entre elles pour remonter dans des conduits G, qui débouchent dans un cône commun D, puis dans une cheminée générale E qui détermine le tirage.

Fig. 313.

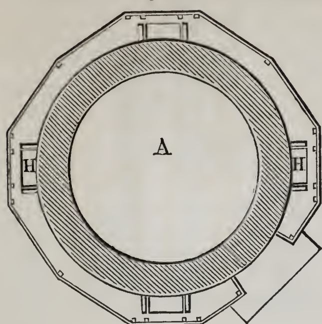
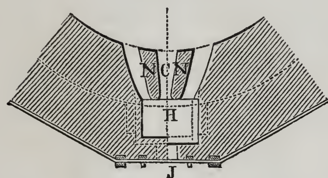


Fig. 314.



Tous les fours, surtout ceux qui supportent des températures élevées, sont sujets, par suite des variations considérables auxquelles ils sont soumis, à des dislocations incessantes auxquelles il faut remédier; on les maintient à l'aide d'armatures et de cercles en fer dont la vue des fours de Sèvres et de Lille donne une idée bien exacte. On voit en outre (*fig.* 306) comment on peut, au moyen d'une trappe, augmenter ou diminuer le tirage de la cheminée.

Dans le four de Sèvres (*fig.* 311) les alandiers K sont en saillie sur la tour du four; il faut une armature pour résister à la poussée des alandiers eux-mêmes.

Nous avons dit qu'une cause considérable du prix élevé des poteries était la grande quantité de chaleur perdue dans la pratique des cuissons; au-dessus du laboratoire, dont la température est très-élevée, les produits de la combustion ont encore une chaleur

sensible très-élevée, qui se dégagerait en pure perte si l'on n'avait

Fig. 315.

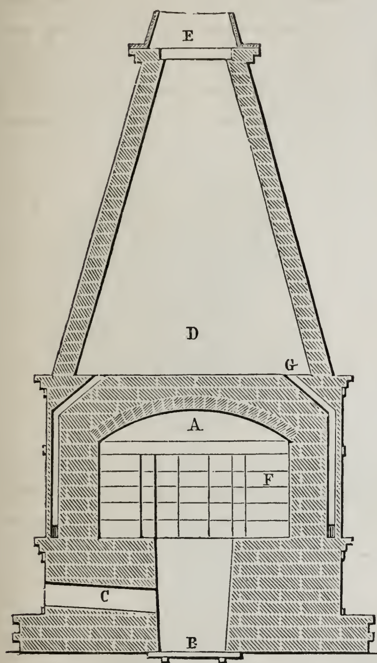
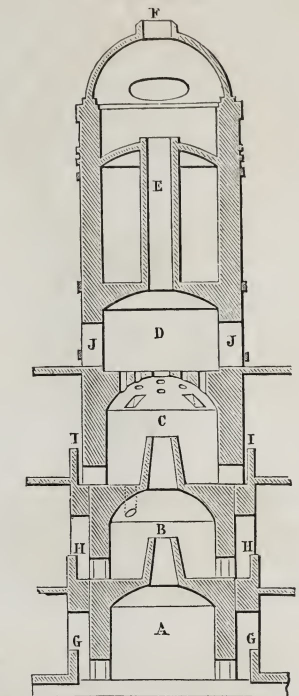


Fig. 316.



pas possibilité d'en utiliser une partie, soit pour les besoins directs de la fabrication, comme dans les manufactures de porcelaine, où l'on met à dégourdir les pièces façonnées avant leur mise en couverte, soit pour rendre fragmentables les matières qu'il faut amener par le pilage et le broyage à l'état de poudres plus ou moins impalpables.

On a cherché, dans la disposition des fours, à faire à la chaleur perdue la part la moins large, en se servant du même four, soit pour cuire des poteries à températures de moins en moins élevées, dans des compartiments ou laboratoires superposés avec ou sans addition de foyers; soit pour cuire des poteries de même sorte au moyen de foyers superposés qu'on met en feu, lorsque la cuisson

du laboratoire inférieur est complétement terminée. Le premier four de ce dernier genre qui ait fonctionné régulièrement semble avoir été celui de M. de Ginori, à Doccia près Florence (*fig.* 316), A, B, C, D sont quatre laboratoires superposés à quatre alandiers à chaque étage; les produits de la combustion s'élèvent dans une cheminée E, puis dans l'atmosphère par l'orifice F; G, H, I, J sont les foyers superposés correspondants à chaque étage. Les *fig.* 317 et 318 représentent une coupe au niveau du sol et par les alan-

Fig. 317.

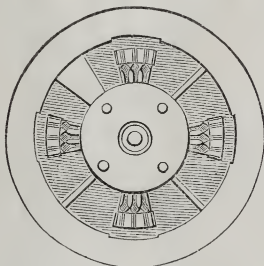
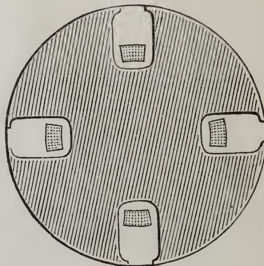


Fig. 318.



diers du premier laboratoire. Les *fig.* 320 et 321 sont des coupes par des plans pris à diverses hauteurs sur les alandiers des différents étages. La *fig.* 319 donne l'élévation des alandiers du premier et du second laboratoire.

Fig. 319.

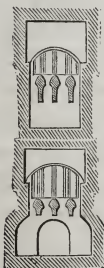


Fig. 320.

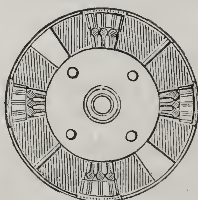
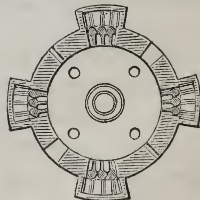
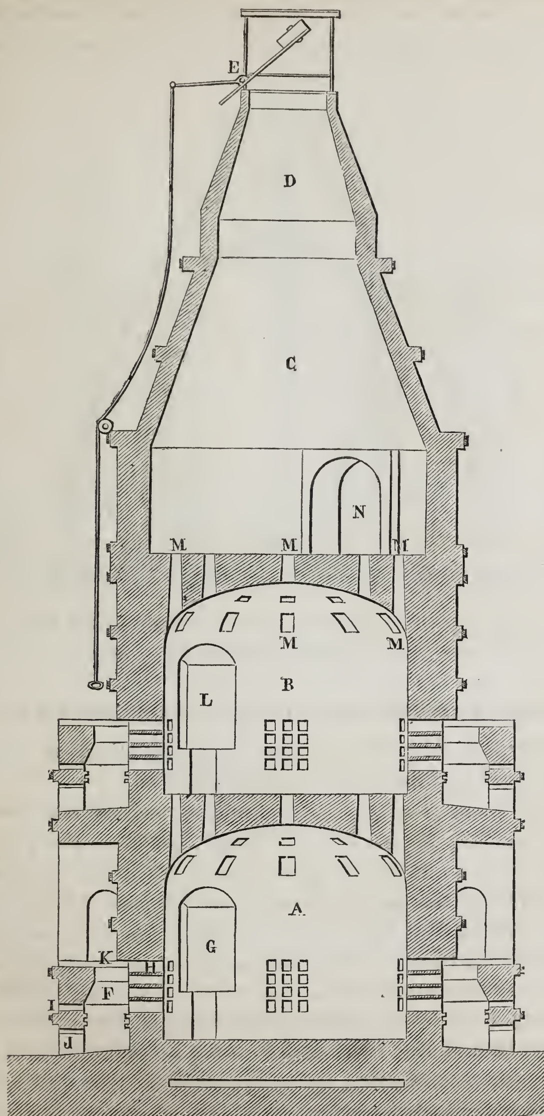


Fig. 321.



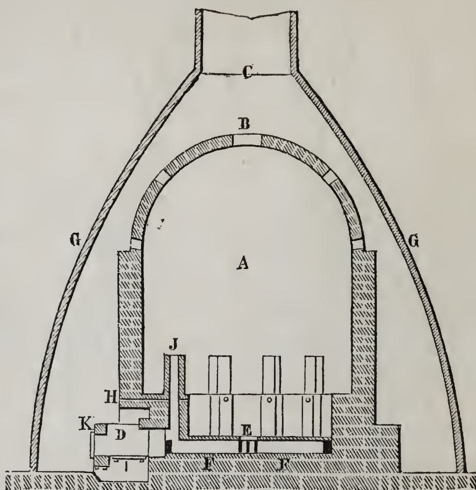
Ce système a réussi, même pour la cuisson de la porcelaine. La *fig.* 322 représente, sur une échelle assez grande pour qu'on puisse voir les détails d'exécution, un four à deux étages dans lequel on cuit, avec succès à Sèvres, même la porcelaine dure. A et B sont les deux laboratoires.

Fig. 322.



Que les fours soient *simples* ou *composés,* c'est-à-dire à plusieurs laboratoires superposés ayant leurs foyers distincts, on les établit sous de grands hangars, isolés à la façon anglaise sous une

Fig. 323.



hotte G (*fig.* 323) ou sous un comble ordinairement en fer qui, comme en France, en contient plusieurs (*fig.* 324).

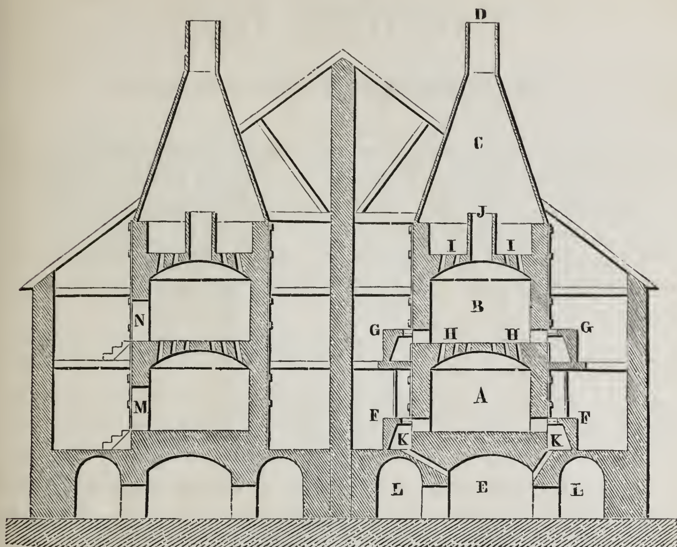
AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES DIVERS SYSTÈMES DE FOURS.

Quels sont maintenant les divers avantages reconnus à chacun des trois systèmes que nous venons de décrire?

Dans les *fours carrés,* la chaleur est généralement répartie d'une manière inégale; on est souvent obligé, pour ne pas perdre de place au four, de mettre dans les diverses places des poteries exigeant pour leur cuisson des températures inégales. Les parois présentant, comparativement aux *fours ronds*, une plus grande masse à chauffer, consomment inutilement une grande quantité de combustible; et ce défaut est encore augmenté lorsqu'on est obligé d'établir des voûtes à claire-voie pour égaliser la chaleur dans toute la capacité du laboratoire. La conduite du feu présente des difficultés; il y a perte considérable de calorique dans l'arrière-foyer qui sépare le foyer du laboratoire et dans lequel s'épure la flamme.

Dans les fours ronds, la chaleur se répartit plus également; la

Fig. 324.



cuisson est plus rapide et moins coûteuse. La température peut dépasser la température de fusion du fer.

Les fours de deuxième sorte, dont l'axe de tirage est oblique, peuvent fournir les températures les plus élevées dont le fabricant de poteries puisse avoir besoin; mais l'inégale répartition de la chaleur les fera disparaître. Cet inconvénient est tel, que les parties antérieures ayant trop de feu, celles qui sont les plus éloignées du foyer ne sont pas cuites. Les fours les plus avantageux sont les *fours ronds,* qui n'ont d'autre inconvénient que d'exiger une grande habitude dans la conduite du feu; il n'est pas en effet aussi facile qu'on pourrait le croire de déterminer dans dix foyers qui ont une cheminée commune un tirage égal, c'est-à-dire une combustion régulière.

On réalise une économie notable de combustible au moyen des fours composés. Je dois dire toutefois que cet avantage n'est pas aussi considérable que la théorie porterait à l'admettre.

DIX-HUITIÈME LEÇON.

PYROTECHNIE CÉRAMIQUE.

Enfournement. — Encastage, poteries simples et composées à pâtes non ramollissables, poteries simples et composées à pâtes ramollissables. — Pernettes. — Cazettes, renversoirs. — Conduite du feu. — Cuisson des poteries communes, des faïences communes, des faïences fines, des grès cérames, des porcelaines; influences qui modifient le tirage des fours à poteries. — Jugement du feu. — Pyroscopes; pyromètres.

CUISSON DES POTERIES

ENFOURNEMENT.

Maintenant que nous connaissons et les combustibles et les fours dont on fait ou peut faire usage dans la cuisson des poteries simples ou composées, occupons-nous de la cuisson proprement dite. Nous avons vu que l'espace où les pièces étaient cuites se nommait le *laboratoire*, et que la forme et les dimensions du laboratoire pouvaient être différentes. Les divers systèmes au moyen desquels on range les pièces dans le laboratoire varient suivant la nature de la poterie qu'il s'agit de cuire; ils sont moins compliqués pour les poteries simples que pour les poteries composées; ils sont aussi plus simples pour les poteries à pâte non ramollissable que pour celles dont la pâte subit, sous l'influence de la chaleur, un commencement de fusion. Les difficultés les plus considérables se présentent dans la cuisson des poteries composées à pâte ramollissable, lorsque la cuisson est unique, c'est-à-dire lorsque la pâte et la glaçure doivent cuire à la même température.

On donne le nom d'*enfournement* aux systèmes adoptés pour remplir les fours. *Enfourner*, c'est placer les pièces à cuire dans le laboratoire du four en observant toutes les conditions pour obtenir le moins possible de rebuts et la plus grande économie dans les frais de cuisson.

On distingue trois sortes d'enfournement :

1°. L'enfournement en *charge ;*

2°. L'enfournement en *échappades* ou en chapelles ;

3°. L'enfournement en *cazettes.*

Autant qu'on le peut, on place les pièces les unes sur les autres ou dans les autres, sans support, sans étuis, dont la fabrication s'ajouterait inutilement au prix des pièces, et dont la place au four serait complétement perdue pour les fabricants : c'est l'enfournement en charge. On le pratique pour les poteries grossières (*fig.* 325), pour les briques (*fig.* 326), pour les terres cuites, etc. ; mais on comprend que, par la nature même de certaines poteries dont la pâte est ramollissable et qui s'affaisseraient sous le poids des pièces

Fig. 325.

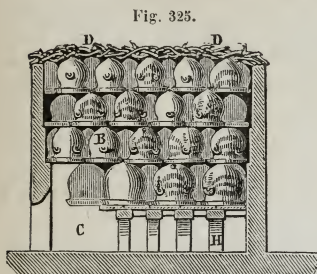
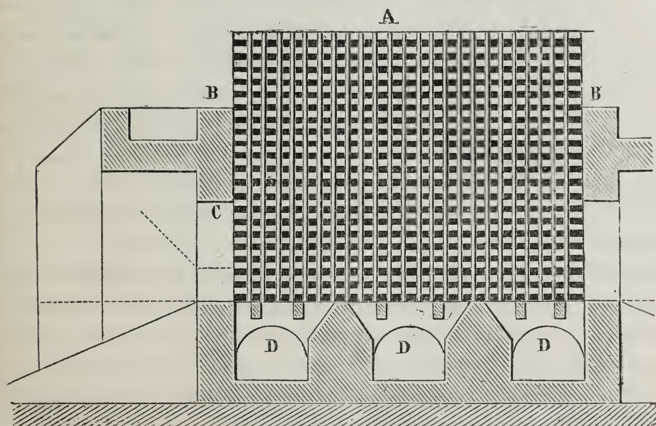


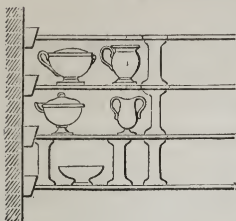
Fig. 326.



pesantes dont elles sont chargées, il y ait inconvénient à se servir de cette méthode pour toutes les poteries composées, qui, de plus, colleraient les unes aux autres. On a, du reste, à lutter ensuite, dans la fabrication des poteries de luxe, qui tirent de leur blancheur une grande partie de leur valeur, contre le contact de la

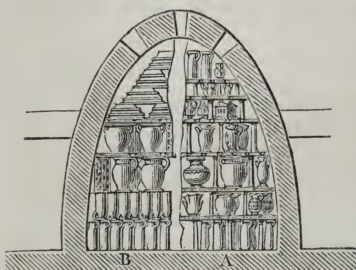
flamme et des cendres que laissent tous les combustibles, en plus ou moins grande proportion, après la combustion.

Fig. 327



D'ailleurs, lorsque la hauteur du four est considérable, on doit soulager les pièces inférieures du poids de celles qui sont au-dessus. On effectue alors l'enfournement sur des planchers distincts qui forment chapelle; on nomme *échappades* les lignes ou séparations verticales (*fig.* 327). Ce mode d'enfournement conserve tous les désavantages que présente le premier mode relativement à l'action directe de la flamme, de la fumée, des cendres; les pièces peuvent être alors placées les unes à côté des autres, ou les unes dans les autres en charge, en sorte que dans ce cas l'enfournement procède des deux méthodes. L'enfournement mixte peut encore se présenter sous une autre forme, les pièces étant placées, partie en échappades A (*fig.* 328), et partie en charge B; on cherche à rendre autant que possible ce dernier mode le plus général, puisqu'il est moins coûteux : on se guide alors sur la forme des pièces et sur leur épaisseur; on place les plus résistantes à la partie inférieure.

Fig 328.

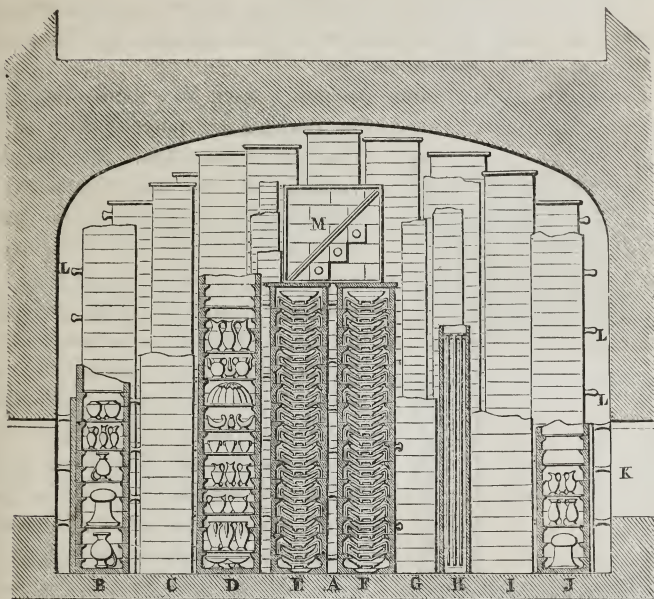


Mais lorsque la perfection de la pièce qu'on veut établir est telle, qu'il faut la maintenir dans une forme voulue, d'une blancheur complète, et qu'il faut aussi s'opposer aux déformations des poteries composées à pâte ramollissable, on a recours à l'enfournement par *cazettes*. Les pièces à cuire sont enfermées dans des boîtes ou caisses en terre cuite qu'on appelait d'abord *étuis* ou *cases*, et dont on a fait *casettes*, *cazettes* ou *gazettes* par corruption de langage. Le four est alors rempli de cazettes rangées en piles verticales (*fig.* 329).

Quel que soit le mode d'enfournement, il doit satisfaire à des conditions générales qu'il n'est pas toujours facile de réunir, mais qui sont d'une importance considérable; il faut, avant tout, laisser

autant que possible entre chaque pièce ou chaque échappade, ou chaque pile de cazettes, l'espace nécessaire au passage de la

Fig. 329.



flamme; cette condition assure un tirage convenable, car il faut pour une cuisson égale que la flamme circule également et librement autour de toutes les parties à cuire. Nous avons dit aussi que l'espace entre les files avait une influence sur la nature chimique de l'atmosphère au sein de laquelle les pièces étaient cuites.

ENCASTAGE.

On donne le nom d'*encastage* à l'opération qui consiste à placer les pièces dans les étuis ou cazettes pour les protéger pendant la cuisson contre l'action des cendres, de la flamme et de la fumée. L'encastage des pièces est évidemment variable, comme l'enfournement, avec la nature de la pâte à cuire. Nous aurons donc à considérer l'encastage dans son rapport avec les pièces :

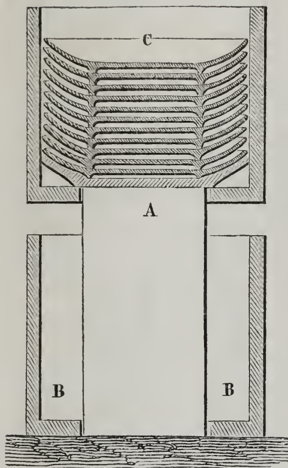
1°. En pâte non ramollissable sans glaçure;

2°. En pâte non ramollissable avec glaçure;
3°. En pâte ramollissable sans glaçure;
4°. En pâte ramollissable avec glaçure.

Nous terminerons ce que nous aurons à dire sur ce sujet en parlant des conditions auxquelles doivent satisfaire les étuis, cazettes, supports, renversoirs, etc.

Encastage des poteries simples a pate non ramollissable. — Lorsque les poteries sont sans glaçure et que leur pâte ne se ramollit pas au feu nécessaire à leur cuisson, on peut les placer dans les étuis les unes sur les autres (*fig.* 33o), de manière qu'elles se soutiennent mutuellement, mais en ne portant pas cet entassement jusqu'à ce qu'il y ait écrasement; on observe alors les précautions que nous avons indiquées plus haut, et ce qui est d'autant plus facile qu'il n'y a qu'à remplacer la *cerce*, qui forme étui, soit par un rondeau surmonté d'une cerce, soit par une cerce à fond plein, pour transporter sur les étuis eux-mêmes le poids des pièces qui continuent l'encastage.

Fig. 330.



On voit clairement sur la *fig.* 33o comment se fait l'encastage dans des étuis qui ne perdent pas de place; sur le cylindre en bois A on place le support après avoir fait descendre l'étui B qui passe au moyen de l'ouverture pratiquée dans le fond. Les assiettes sont placées les unes dans les autres; pour les encaster, il suffit de relever l'étui. Sans cette disposition, il faudrait donner aux cazettes un diamètre plus considérable, permettant d'introduire la main ou les doigts pour le placement des objets à cuire.

Encastage des poteries composées a pate non ramollissable. — Mais lorsque ces poteries sont recouvertes d'une glaçure qui se transforme en verre par l'action du feu, on ne peut les faire se supporter elles-mêmes; il faut éviter qu'elles se touchent, et encore ne doivent-elles toucher aux parties qui les supportent que

par les points les moins nombreux. On se sert alors de supports, qui présentent au contact soit des arêtes vives (*fig.* 331), soit des angles aigus (*fig.* 332). On appelle *pernettes, colifichets, pattes-de-coq,* ces supports de formes variées.

Fig. 331.

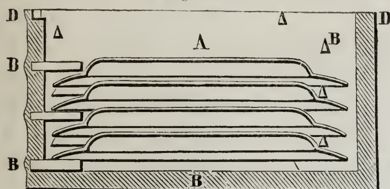
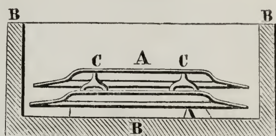
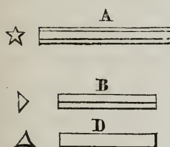


Fig. 332.



Pernettes. — Les pernettes sont des prismes à sections variables, mais présentant des arêtes vives; il y en a de triangulaires B, d'autres dont la section forme une étoile A, etc. Souvent les faces du prisme, au lieu d'être planes, sont légèrement concaves (*fig.* 333).

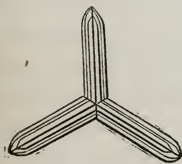
Fig. 333



On voit (*fig.* 331) l'utilité des pernettes dans l'encastage des assiettes A; les étuis sont percés de trous B par lesquels on engage les pernettes dont l'un des angles porte l'assiette.

Colifichets. — Les colifichets sont formés par l'ensemble de trois pernettes réunies en croix (*fig.* 334).

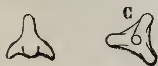
Fig. 334.



Pattes-de-coq. — Les pattes-de-coq sont formées par une pointe aiguë C (*fig.* 335), supportée par trois autres petites pointes qui servent d'embase et ne laissent sur les pièces que des *touches* à peine visibles.

On voit (*fig.* 336) comment on se sert des colifichets pour économiser la place au four; A surchargé de B cuit dans C. Un seul étui D contient toutes ces pièces; il renferme en outre une tasse F portant sur un colifichet E dans le fond d'une pièce H qui en supporte une autre G.

Fig 335.



On voit encore (*fig.* 332) comment on se sert de pattes-de-coq pour cuire une série d'assiettes sans pieds.

Encastage des poteries simples a pate ramollissable. — Il

est évident que l'encastage par pernettes ne suffirait pas pour cuire des assiettes en pâte ramollissable; elles s'affaisseraient sur tous les points autres que ceux qui sont soutenus. Lorsqu'il n'y a pas de glaçure, on peut encaster les pièces en charge l'une dans l'autre, lorsqu'elles ont le même profil; elles se maintiennent l'une

Fig. 336.

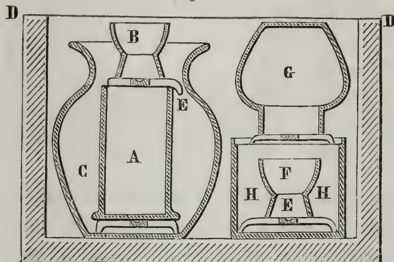
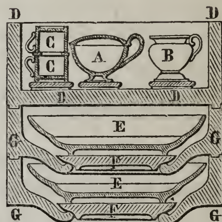


Fig. 337.



par l'autre, si l'on ne pousse pas trop loin cet empilage, et même lorsque la forme et l'épaisseur sont telles, qu'on n'ait pas à craindre d'affaissement; pour les jattes, les tasses cylindriques, etc., on peut se contenter de les encaster sans supports, en les faisant porter par le pied sur un rondeau parfaitement dressé (*fig.* 337).

Les supports qu'on nomme *renversoirs* sont nécessaires pour maintenir dans leur forme les pièces à bords étendus qui ne pourraient se soutenir d'eux-mêmes; ils agissent comme moules et s'opposent à la déformation (*fig.* 330). La pile d'assiettes C repose sur un renversoir placé dans le fond de l'étui.

Les renversoirs peuvent, suivant la forme de la pièce, servir plusieurs fois; ils peuvent être faits alors en terre cuite réfractaire (*fig.* 338). Généralement, ils ne cuisent qu'une fois; ils sont alors

Fig. 338.

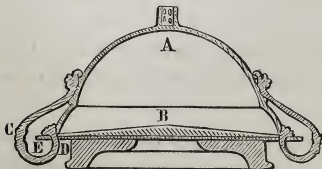
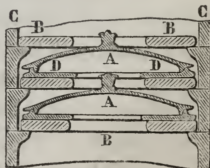


Fig. 339.



en pâte crue de même nature que la pâte à cuire (*fig.* 339); car ils doivent prendre la même retraite que les pièces qu'ils doivent

maintenir dans leur forme; on les appelle ordinairement *supports:* s'ils ne présentent pas une retraite suffisante, ils agissent par *repoussement* lorsque les pièces sont renversées sur eux; dans la même condition de forme et de position, les pièces se déforment par *affaissement* lorsque la retraite du support est plus considérable que celle de la pâte.

Non-seulement ce mode d'encastage entraîne à des frais de cuisson par la place que tiennent au four les supports et les renversoirs, mais il entraîne encore la dépense nécessaire au façonnage de ces supports, dépense considérable, lorsque le support ne peut servir qu'une seule fois.

Encastage des poteries composées a pate ramollissable. — Lorsque les poteries à pâte ramollissable sont recouvertes de glaçure, et que la glaçure et la pâte cuisent à la même température, il est beaucoup plus difficile et beaucoup plus délicat de les cuire avec tout le succès désirable. Il est d'abord indispensable que la pièce repose à plat sur son rondeau parfaitement dressé; et pour que la bouche de la pièce reste parfaitement circulaire, il est nécessaire de mettre un support qui touche par la zone circulaire la plus petite possible pour s'opposer aux changements de longueur des deux axes perpendiculaires, changements qui transformeraient le cercle en une ellipse de même périmètre (*fig.* 340). On évite aussi que le poids de l'anse n'opère cette déformation désagréable pour l'œil. L'ensemble de cette disposition (*fig.* 341) est représenté par l'encastage d'une tasse A. Le support B s'adapte sur

Fig. 340.

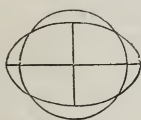


Fig. 341.

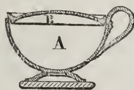
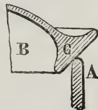


Fig. 342.

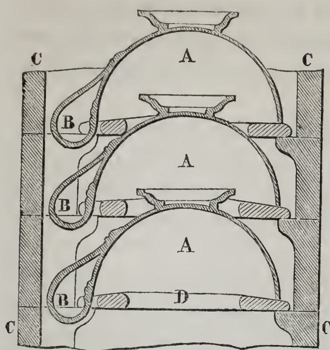


l'ouverture dont on a retiré la glaçure. Une partie C plus épaisse (*fig.* 342) augmente la résistance à la déformation par le poids de l'anse engagée dans une ouverture réservée pour son passage.

Ce mode de support, qui permet de cuire la pièce sur son pied, ne peut s'appliquer qu'aux ouvertures de petites dimensions; on préfère, lorsque les pièces ont un diamètre assez grand, les cuire à *boucheton,* c'est-à-dire renversées (*fig.* 343). Le support D, légè-

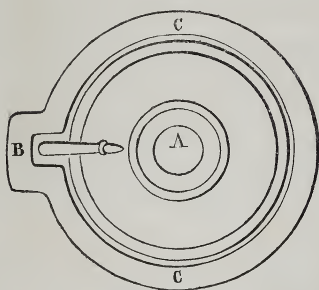
rement conique, peut être cuit et servir plusieurs fois ; lorsqu'il est percé d'une ouverture qui laisse passer le pied de la pièce inférieure, on économise la place au four ; une cavité réservée dans l'étui C donne passage à l'anse B (*fig*. 344). En général, les pièces ainsi maintenues dans leur forme reçoivent une seconde cuisson : le pied est posé sur le tour du lapidaire pour enlever la rugosité désagréable des pièces *engommées* ou *terrées*.

Fig. 343.



On appelle *engommage* ou *terrage* l'opération au moyen de laquelle on empêche l'adhérence des pièces soit avec leur support, soit avec le rondeau sur lequel elles portent pendant la cuisson.

Fig. 344.

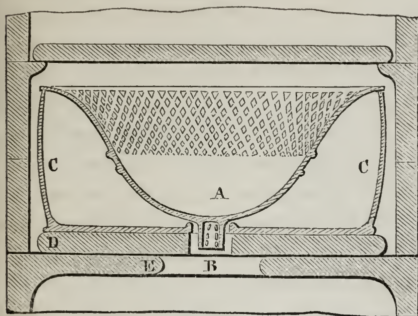


Ce terrage consiste dans l'interposition d'une matière infusible entre les parties en contact. On se sert de sable quartzeux non broyé, d'esquilles de silex, additionnés d'un peu d'argile plastique ou de kaolin pour les pièces qui cuisent à boucheton, lorsque le sable ne peut tomber des pièces pour y former des *grains*. On rejette le sable toutes les fois qu'il peut séjourner dans la cavité des pièces ; il éclate souvent, en effet, sous la première impression de la chaleur ; il est alors remplacé par une légère couche de kaolin qu'on étend sous forme de bouillie claire au moyen d'un pinceau.

Pour appliquer rapidement ce terrage sous le pied des pièces ou sur les bouches des supports circulaires (*fig*. 345), on se sert d'un tambour formé par une peau mouillée recouverte d'un enduit assez épais d'argile plastique. On pose sur ce tambour, en appuyant et frottant un peu, la pièce qu'on veut engommer, et qui prend alors assez de matière glutineuse pour enlever à son tour, quand

on la frotte sur un second tambour chargé de sable ou de silex pulvérisé grossièrement, suffisamment de quartz pour ne contracter aucune adhérence avec les rondeaux sur lesquels elle posera dans le four. On n'a d'autre soin à prendre dans cette opération que d'éviter un mélange d'argile et de sable qui devienne fusible; on sait, en effet, que ces éléments, réfractaires lorsqu'on les prend isolément, peuvent se transformer en matières plus ou moins fusibles; l'expérience doit faire prononcer sur le choix des matières qu'il faut employer.

Fig. 345.



Lorsque l'usage du tour à polir n'était pas aussi connu qu'il l'est aujourd'hui, on préférait cuire les pièces que la rugosité des pieds rendait d'un usage incommode, telles que les assiettes, les plats, certaines pièces, etc., sur une cerce pénétrant un peu sous le pied, qui pouvait alors être mis en glaçure (*fig.* 346, 347, 348). On voit (*fig.* 349) la cerce isolée, et (*fig.* 350) l'assiette A placée sur sa cerce B.

Fig. 346.

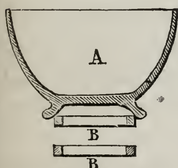


Fig. 347

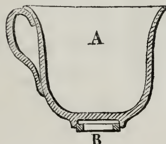


Fig. 348.

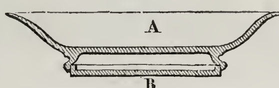
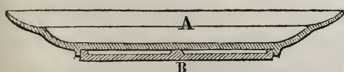


Fig. 349.



Précautions a prendre dans l'encastage. — Quel que soit, en général, le mode d'encastage que la forme de la pièce et la nature de la pâte aient fait choisir, il est certaines précautions qui sont générales et que l'enfourneur doit prendre, sous peine de voir rebuter une grande partie de la fabrication, sous peine

Fig. 350.



d'augmenter les frais de cuisson, c'est-à-dire l'un des éléments les plus importants du prix de revient.

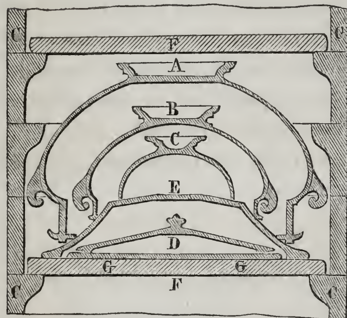
Le nettoyage des étuis et des cazettes, exécuté généralement aussitôt après le défournement, évite une grande quantité de grains. A mesure que les étuis sont vides, on relie avec des cordes et des garots tous ceux qui peuvent encore servir, quoique séparés en trois ou quatre morceaux. On les *chapote*, c'est-à-dire qu'on détache avec la palette de fer nommée *chapotin* (*fig.* 351) toutes les parties qui menacent de se détacher. On dresse les rondeaux, on recouvre l'intérieur des étuis de la glaçure qui doit diminuer la porosité des cazettes, ou qui sert par volatilisation à lustrer la surface de la poterie.

Fig. 351.



L'habileté de l'enfourneur consiste encore, dans tous les cas, à placer dans une cazette de forme donnée le plus grand nombre de pièces, en les mettant soit les unes à côté des autres, soit les unes sous les autres (*fig.* 352), au moyen de supports particuliers, soit les unes sous les autres, au moyen du même rondeau (*fig.* 353). On satisfait à cette dernière condition en se tenant assorti de *cazettes* de formes différentes, de *supports* variés, de *cerces* plus ou moins élevées et de *rondeaux* plus ou moins épais.

Fig. 352.



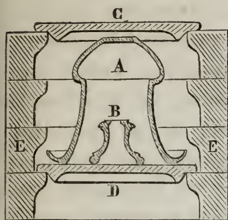
Occupons-nous actuellement de ces différents accessoires de toute fabrication céramique un peu soignée.

Étuis, cazettes, rondeaux, renversoirs. — Les différentes pièces qui sont en usage dans l'encastage doivent avant tout satisfaire à la condition d'être moins ramollissables que les objets qu'elles ont à supporter au feu ; elles doivent en outre résister, sans se briser ni gauchir, à l'action inégale et brusque de la flamme. On obtient ces résultats en les faisant en terre grossière.

Étuis. — Il est d'une grande importance que les étuis soient solides et qu'ils ne se fendent pas ; car les fêlures sont accompa-

gnées d'éclats qui tombent sur les pièces et forment des grains

Fig. 353.



désagréables pour le toucher et pour la vue, surtout sur les pièces à pâte incolore et fine. Il est donc très-difficile de trouver des terres propres à confectionner les étuis pour les fabriques de porcelaine dure. On a moins d'embarras pour se procurer les terres propres aux usages analogues dans les fabriques de faïences.

Les argiles plastiques seules sont convenables pour les cazettes de porcelaine dure. A ces conditions principales s'en ajoutent d'autres qui assurent le succès de la fabrication ; il faut éviter les fragments de quartz, de pyrite et de calcaire. Les premiers se dilatent et font tomber des grains ; les autres fondent en détachant des gouttes qui ternissent l'éclat des poteries : il est important que ces cazettes puissent supporter un grand nombre de fois toutes les chances de la cuisson.

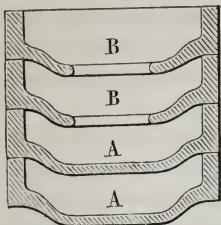
On ajoute aux qualités des terres à cazettes, en les épluchant avec soin, en les lavant même au besoin pour mettre de côté les fragments quartzeux, calcaires, pyriteux, etc., en les mélangeant avec du ciment de bonne terre. On les vernit aussi pour retenir les éclats qui pourraient diminuer le brillant de la poterie ; on améliore encore les produits en opérant au moyen du mélange de plusieurs argiles.

Nous avons dit que les formes des cazettes différaient avec la forme de la pièce ; elles diffèrent encore avec la perfection du produit qu'on veut établir, c'est-à-dire avec son prix de vente. C'est dans la confection des cazettes de porcelaine dure qu'on rencontrera le plus de soin mis à l'établissement de l'encastage. On se sert dans ce genre de fabrication des cazettes simples *à fond plat,* des cazettes *en cul de lampe* et des cazettes doubles ou Régnier, du nom de l'inventeur.

Cazettes à fond plat. — Les cazettes à fond plat sont les plus anciennement connues ; elles servent à recevoir à côté les unes des autres les pièces qui cuisent encastées isolément, à boucheton ou en charge. Leur fond est souvent percé d'une ouverture qui laisse circuler l'air plus librement dans toute la pile, et qui arrête les fentes des étuis qui tendraient à s'étendre suivant un diamètre.

On donne le nom de *cerces* à des étuis sans fond servant à donner de la hauteur aux cazettes à fond plat qui ne sont pas assez profondes. On appelle encore *hausses* les étuis cylindriques; il en faut, pour le service des fours, de toute hauteur et de tout diamètre.

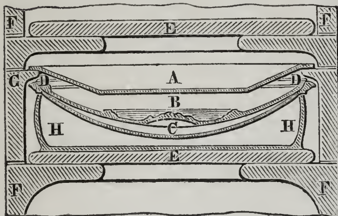
Fig. 354.



Cazettes à cul de lampe. — Vers le commencement de ce siècle, un figuriste du nom d'Allard, fabricant de terres cuites, termina ses cazettes pour gagner de la place au four, non pas par un fond plat, mais par une dépression qui pénétrait dans la cavité de la pièce portée par la cazette immédiatement placée dessous; ces cazettes (*fig.* 354) étaient à fond plein A ou troué B; dans ce dernier cas on ajoutait, pour porter la pièce, un rondeau nommé *porte-pièce* qu'il était facile de dresser régulièrement.

Cerces à talon. — Dans la fabrication des pâtes ramollissables, la transformation de la cazette à fond plat d'un seul morceau en un assemblage de *cerces à talon* et de rondeaux parfaitement dressés représente une amélioration notable; on a gagné la place, la matière et le façonnage du rondeau nécessaire entre la pièce et le fond de la cazette, qu'il était impossible de dresser parfaitement (*fig.* 355). Les rondeaux indépendants des cerces à talon ne se fendent pas autant que les cazettes d'une seule pièce, directement exposées aux coups de flamme.

Fig. 355.



Encastage Régnier. — Les cerces à talon ont certainement donné l'idée de ce mode d'encastage, qui réunit plusieurs des avantages des cerces à talon. Dans ce mode, qui s'applique avec un très-grand avantage aux pièces creuses et plates, comme les assiettes, les plats, etc., on économise de la place dans le four, en évitant les grains; car les assiettes sont isolées. Les cerces sont indépendantes des rondeaux, qui se fendent très-rarement, étant garantis du contact direct des flammes; ces rondeaux peu-

vent avoir une composition plus convenable au but qu'ils doivent atteindre, que s'ils devaient en plus satisfaire à la condition de ne pas se casser par les coups de feu. On les fait en terre fine et sableuse. Les cerces à talon reçoivent directement l'action de la flamme; on les fait en terre plus grossière et plus argileuse.

La hauteur des cerces à talon est en rapport avec celle des plateaux dressés qui supportent les pièces; dans l'encastage pour les assiettes, on place deux assiettes pour chaque cerce, et les plateaux n'ont pas tout à fait la même forme (*fig.* 356); on a rendu les plateaux moins fragiles encore en les perçant au centre d'un trou de 4 à 5 centimètres.

Dans l'emplacement nécessaire par les anciens encastages à la cuisson de cinq saladiers, on en met sept avec l'encastage actuel (*fig.* 357). Dans l'espace qui contenait autrefois cinq compotiers,

Fig. 356.

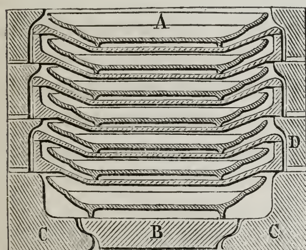
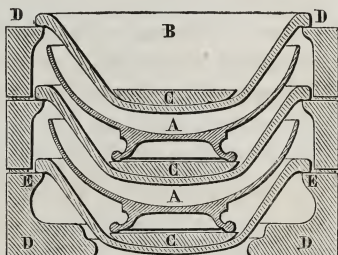


Fig. 357.



on en place sept (*fig.* 358). Pour les tasses ordinaires, l'espace qui se trouvait occupé par deux tasses en contient trois avec le nouvel encastage (*fig.* 359).

Fig. 358.

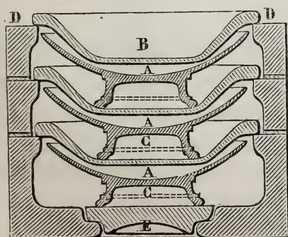
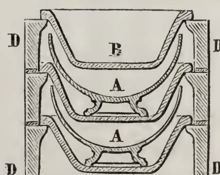


Fig. 359.



Nous indiquerons, pour terminer, l'encastage des tubes de por-

celaine (*fig.* 360) que nous avons appris à façonner, page 109. On les place dans un support A formant un angle droit rentrant, puis on les recouvre d'une feuille de papier buvard C, trempé dans une eau tenant en suspension du sable broyé. La *fig.* 361 donne une vue latérale du support A et des tubes B qu'il contient; la *fig.* 362 est une vue par le bout du même encastage.

Fig. 360.

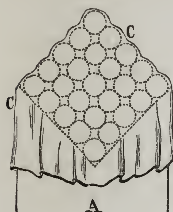


Fig. 361.

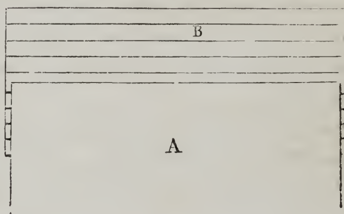
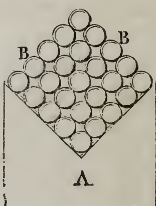


Fig. 362.



Maintenant que nous connaissons les cazettes et les supports, prenons comme exemples d'encastage celui de quelques pièces empruntées à la fabrication de Sèvres : les objets choisis par M. Brongniart réunissent les exemples des principales difficultés qu'il faut surmonter. La *fig.* 363 indique comment de petites colonnettes ou des tubes mis en glaçure extérieurement sont suspendus au four par une petite saillie D qui porte sur des trous pratiqués dans le rondeau B.

Fig. 363.

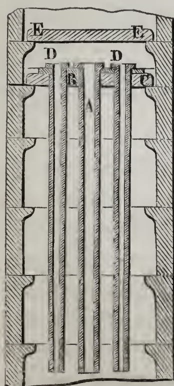


Fig. 364.

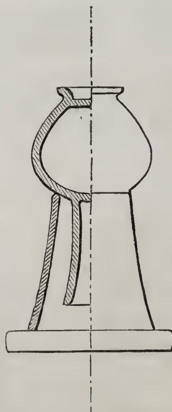
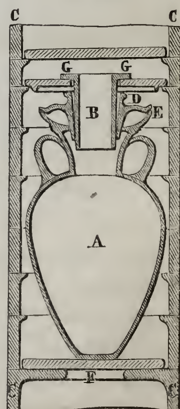


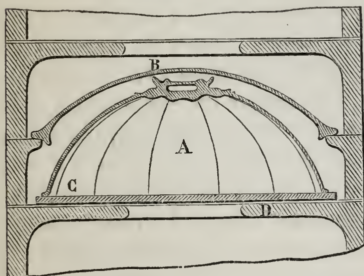
Fig. 365.



La *fig.* 364 représente un vase à long col qui cuit renversé dans un support, le col étant simplement et librement suspendu.

La *fig.* 365 donne le moyen de cuire un vase A couvert entièrement de glaçure, mais dont le culot n'offre pas assez d'embase pour qu'on ne soit obligé de le maintenir par un support B dans une position verticale. A cet effet, la gorge E se trouve maintenue par une pièce de forme particulière D dans laquelle pénètre le support B suspendu par une saillie G.

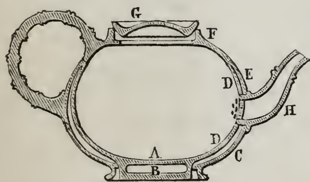
Fig. 366.



Si l'on avait à cuire une coupe A recouverte d'ornements délicats, après l'avoir placée sur son support C à boucheton, il faudrait, pour éviter les grains, la garantir au moyen d'une sorte de capsule B portant sur le talon de la cerce.

Lorsqu'on doit cuire des théières dans la forme de celle représentée *fig.* 367, on en place plusieurs sur un même porte-pièce; on se contente de les maintenir dans leur forme par le fond A supporté sur une cerce B, et par la bouche F au moyen d'un support G disposé comme celui dont nous avons donné le détail *fig.* 341 et 342.

Fig. 367.

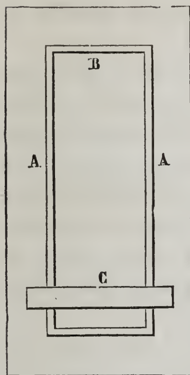


Façonnage des étuis, cazettes, etc. — Les procédés de façonnage mis en pratique pour les pièces de poterie, quelle que soit leur forme, s'appliquent à la confection des étuis et des supports; seulement on les fait généralement beaucoup plus grossièrement. Les argiles et le ciment qui leur doit être mêlé sont marchés, et la pâte ébauchée sur le tour ou moulée; on ne tournasse jamais les cazettes. Quant aux renversoirs ou supports pour la pâte de porcelaine, ils sont ébauchés et tournassés avec le même soin que si c'étaient les pièces elles-mêmes.

La question qui domine en dehors des qualités des terres, dans

la fabrication des cazettes, est l'économie; le procédé de l'ébauchage sur le tour est peu mis en usage, parce qu'il est plus coûteux; c'est ainsi que, pour établir les cazettes de faïence commune, on opère par moulage à la croûte; nous donnerons ici quelques détails sur cette opération.

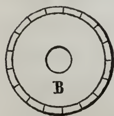
Fig 368.



La terre préparée sous forme de ballons est mise sur une table A (*fig.* 368) au milieu de quatre planches assemblées par leurs extrémités et limitant un parallélogramme plus ou moins long B, suivant que les cazettes doivent être plus ou moins hautes ou larges. Leur diamètre varie évidemment avec le diamètre des pièces. L'épaisseur du cadre limite celle que doivent avoir les cazettes; cette épaisseur doit être calculée de telle sorte qu'il n'y ait de perdue dans le four que la place nécessaire pour assurer aux étuis la force capable de résister à l'écrasement. L'expérience a fixé l'épaisseur du cadre à 25 millimètres pour les assiettes et les petits plats, à 30 ou 32 millimètres pour les plats ronds et ovales. Après avoir sablé la table sur l'espace compris dans le cadre, on étend avec les pieds le ballon qui doit faire la croûte. Lorsque toute la capacité que contient le cadre se trouve remplie de pâte bien malaxée, bien compacte, on passe une règle sur la partie supérieure du cadre pour enlever l'excédant et régulariser la surface, en repassant la règle deux ou trois fois, jusqu'à ce que la surface de la croûte soit parfaitement unie.

On nettoie la règle après chaque passage, on enlève le cadre et l'on saupoudre la croûte avec du sable ou du ciment.

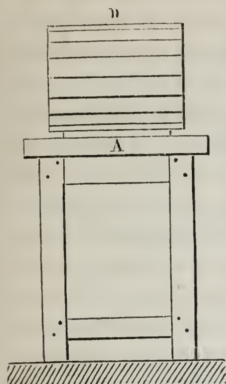
Fig 369.



On prend alors par les deux mains un tambour fait de deux disques B (*fig.* 369) réunis par des planches clouées sur chaque disque; on le pose sur la croûte dans sa largeur (*fig.* 370) et par l'extrémité qui se trouve à la droite de l'ouvrier; celui-ci fait passer sa main droite sous la croûte, tandis qu'il a la main gauche appuyée sur le tambour. En cet état, il soulève la croûte avec adresse et lui fait faire un huitième de circonférence, puis il pousse le tambour de la droite à la gauche, jusqu'à ce que les deux extrémités de la pâte se réu-

nissent. La soudure doit être bien faite : on la consolide avec les mains en comprimant fortement le tambour contre le sol en contact suivant la ligne de soudure; on enlève le tambour par la partie supérieure, et la cazette est moulée.

Fig. 370.



On consolide ordinairement la cazette en ajoutant un *talon;* on le rapporte au moyen d'un colombin assez long pour faire toute la circonférence intérieure de l'étui, et d'un diamètre de 30 millimètres environ; on le colle sur la cazette au moyen de l'eau, de l'éponge et de la barbotine.

Pour finir les cazettes, on les transporte sur une tournette (*fig.* 371) lorsqu'elles ont acquis une résistance telle, qu'on peut les manier sans les déformer. On prend d'une main le *répondant* (*fig.* 372) et de l'autre la *batte* (*fig.* 373); on introduit le premier dans l'intérieur de la cazette, pour l'appuyer contre les pa-

Fig. 371.

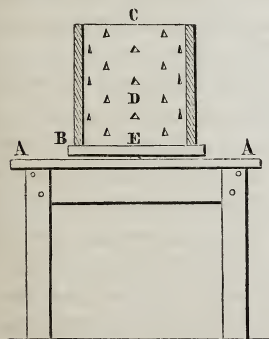


Fig. 372.



Fig 373



ois, tandis qu'avec la batte qu'on tient de la main droite, on rappe assez rudement, quoique avec modération, sur toutes les parties accotées contre le *répondant.*

Le répondant est un morceau de bois de chêne de 35 centimètres de longueur sur 16 de large et 9 d'épaisseur; une des faces est convexe de manière à toucher en tous points la paroi inté-

rieure de la cazette; sur la face concave est fixée, pour tenir l'outil, un petit manche incliné.

La batte est de même en bois; on la fait avec un morceau de grosse planche dans lequel on débite d'abord une petite palette A de 10 centimètres de longueur sur 8 centimètres de largeur, puis un manche B. Cette batte est épaisse d'au moins 5 centimètres.

Lorsque la cazette est suffisamment *rebattue*, on la mesure sur une longueur fixe afin de voir si sa hauteur n'est pas trop considérable; on coupe l'excédant avec le couteau; puis on indique sur la circonférence trois lignes équidistantes qui servent de repère pour placer la *planchette*. On donne ce nom à la petite planche qui porte en creux les traces des trous qu'il convient de réserver sur la cazette pour le placement des pernettes. On présente cette planchette en long sur le corps de l'étui, puis avec la pointe de l'aiguille triangulaire (*fig.* 374) on marque les trous sur les trois côtés. On pousse l'aiguille triangulaire sur chaque point marqué en ayant soin de mettre en haut le sommet de l'angle. Lorsque le trou ne doit pas être percé de part en part, on refoule la pâte du dedans au dehors avec une lame triangulaire analogue à celle figurée (*fig.* 374), mais dont la pointe aurait été coupée vers le milieu de la longueur de la lame.

Fig. 374.

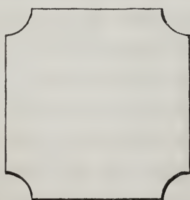
B A

Nous avons dit que, dans certains modes d'enfournement, on se servait de planchers pour éviter l'écrasement. Ces planchers se font avec des plaques qu'on nomme *tuiles*, et qui sont supportées par des *pilets*; ces pilets, auxquels on donne la forme *fig.* 375, se font par ébauche sur le tour. Les planchers, ou *tuiles*, (*fig.* 376) sont moulés à la croûte. Les angles échancrés forment, étant réunis quatre par quatre, un espace circulaire qui permet à la flamme de circuler autour des pièces à cuire.

Fig. 375.



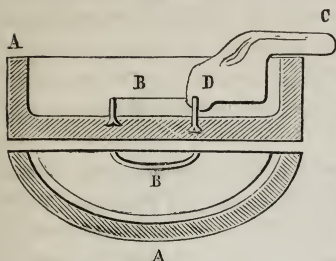
Fig. 376.



Les cazettes pour porcelaine dure se font avec un grand avantage au moyen du calibrage : le moule donne l'extérieur, et le calibre l'intérieur. C'est ainsi qu'on fabrique à Sèvres les étuis pour l'encastage Régnier.

Pour les étuis ovales, on les moule sur des appuis A (*fig.* 377), l'intérieur porte une saillie en fer B ovale servant à guider le calibre C, qui porte une petite encoche D : le calibre donne la forme intérieure du moule.

Fig. 377.



Empilage des cazettes. — La mise en place dans l'intérieur du four, qui constitue l'enfournement proprement dit, consiste à réunir les étuis, quelle que soit leur forme, chargés de pièces de poterie simple ou composée qu'il s'agit de cuire, pour les placer en colonnes ou files les unes sur les autres; l'enfourneur doit connaître son four, c'est-à-dire savoir les points où la température est la plus élevée, de même que ceux qui sont moins chauds.

Quelque bien construit que soit un four, même un four rond, la chaleur est plus intense devant les foyers que près des cheminées. On profite de ces différences de température pour cuire convenablement des pièces qui seraient sensibles à ces différences; on a remarqué que généralement la platerie exigeait un coup de feu plus violent que les pièces creuses de petite dimension qu'on nomme *petit creux;* les pièces dites de *repassage*, c'est-à-dire celles qui, cuites une première fois, ne repassent que pour la glaçure mise après coup sur les points par lesquels la pièce était soutenue lors de la première cuisson, demandent aussi moins de chaleur. On place ces objets dans les parties du four où la combustion des gaz développe une moindre température.

Lorsqu'on place les piles dans le four, on les élève verticalement sur le sol qui est maintenu bien horizontal et garni de sable pour que les cazettes posent très-solidement. Le sable doit être très-réfractaire et ne pas fondre au contact des piles argileuses. On élève sur ce sol les piles verticales qu'on assure dans une position invariable au moyen d'*accots*, c'est-à-dire de pièces en terre cuite qui butent non-seulement entre les piles sur divers points de leur hauteur, mais encore entre les piles de circonférence extérieure et les parois du four. Ces accots sont généralement des fragments de cerces hors de service. On vérifie la posi-

tion verticale des files au moyen d'un niveau particulier (*fig.* 378) : une règle A, d'un mètre environ de hauteur, percée d'une ouverture carrée B, reçoit un fil C dont le plomb D se loge dans la cavité B. On applique le côté de la règle sur une longue série de cazettes qu'on avance ou recule jusqu'à ce que le fil coïncide avec la verticale tracée sur la règle.

Fig. 378.



On a soin de placer dans les parties inférieures des cazettes épaisses, et des cazettes légères, au contraire, dans les parties supérieures ; on évite de la sorte un écrasement dont les conséquences seraient la perte de toutes les pièces contenues dans la *file*.

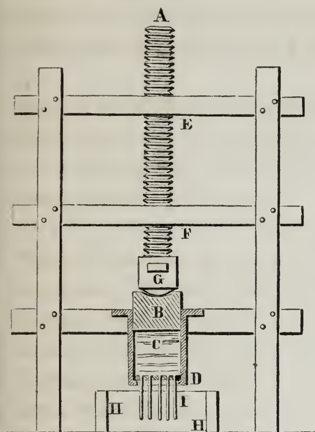
Quoique l'enfournement par piles verticales soit général, il est cependant quelques cas dans lesquels on préfère les incliner légèrement vers le haut ; le sol du laboratoire s'infléchit légèrement vers le centre, et les piles convergent alors quelque peu vers l'axe du four ; on a quelquefois même l'habitude de diminuer un peu le diamètre des cazettes à mesure qu'on s'élève en hauteur ; cette disposition a l'inconvénient d'augmenter la variété des étuis dont il faut se tenir assorti, comme aussi l'emplacement nécessaire à leur emmagasinement.

Nous avons insisté sur les accidents auxquels pouvait conduire la présence des cendres. On lute, suivant la nature du combustible employé, tantôt toutes les cazettes, tantôt, seulement, celles de la partie inférieure. Le lut doit satisfaire à la double condition de ne pas coller les étuis les uns aux autres et de ne prendre que très-peu de retraite ; on le compose d'un mélange de beaucoup de sable lié par de l'argile plastique ; on le façonne en *colombins*, soit avec la presse (*fig.* 379), soit en roulant sur une table de petits ballons. On pose ces colombins sur le bord de chaque cazette ; on les aplatit avec la cazette supérieure, lorsqu'elle est mise en place, de manière à rendre la jointure complète et solide.

La presse à colombin se compose d'une vis A forçant un piston B dans une boîte C chargée de pâte qui se moule dans un fond percé de trous D. Un bâti EF maintient la vis dans une position verticale. Un trou G peut recevoir un levier au moyen duquel on

fait tourner la vis; les colombins I moulés sur le fond glissent sur un plan incliné, puis on les coupe de longueur soit avec un fil, soit au moyen d'un couteau.

Fig. 379.



Lorsque l'enfournement est complet et qu'on a pris toutes les précautions pour que la flamme circule également dans toutes les parties du laboratoire, on procède au muraillement de la porte.

La porte est fermée par des briques ordinairement sur deux rangs laissant un vide qu'on remplit avec du sable. Comme cette porte est plus humide que le reste des parois du four, et qu'il s'établit entre les joints des courants d'air froid, les parties correspondantes du four sont ordinairement moins cuites, il convient donc de faire la porte aussi petite que possible; elle doit être proportionnée, dans le cas contraire, à la dimension des pièces que l'on veut cuire. Pour éviter de faire à chaque fois de larges muraillements, on donne à cette ouverture qu'on fait très-étroite un évasement vers le haut pour que les bras et les coudes des enfourneurs puissent aisément passer (*fig.* 302 et 322). On procède à la cuisson, lorsque la porte est murée.

CONDUITE DU FEU.

Quelle que soit la forme du four, la nature des combustibles employés, la sorte de poterie qu'on veuille cuire, on peut établir dans la manière de conduire le feu des principes généraux. On commence par un feu lent qu'on nomme *petit feu;* on termine par un coup de feu qu'on peut donner assez rapidement. On donne à cette période le nom de *grand feu.* Nous avons vu que la pâte contenait une forte proportion d'argile, et que l'argile ne perdait son eau qu'à des températures supérieures à l'eau bouillante; il est indispensable, pour éviter les fêlures, de dégager cette eau lentement et de ne cuire qu'avec lenteur, même les poteries dans la

pâte desquelles l'introduction du ciment a ménagé des vacuoles qui peuvent éconduire la vapeur d'eau sans avoir de grands obstacles à vaincre.

Avant de passer au détail de la conduite du feu dans les divers appareils dont nous avons donné les formes, nous croyons devoir établir quelques règles générales qui simplifieront les descriptions que nous aurons à présenter.

On charge différemment les foyers pendant le petit et le grand feu : dans le petit feu, le combustible, si c'est du bois, est jeté dans le fond du foyer généralement debout et croisé. Les produits de la combustion pénètrent dans le four par une ouverture dont la section est représentée *fig.* 380, et qui est souvent séparée par des piliers A, A (*fig.* 381) et des tuileaux B, B pour bien diviser la flamme. Les ouvertures supérieures des foyers sont fermées ; l'air nécessaire à la combustion n'arrive que par les cendriers ou les parties inférieures : il se dégage une grande abondance de fumée, parce que le carbone qui la forme n'est pas assez chaud pour brûler facilement au contact de l'air et que les produits de la combustion incomplète sont chargés de vapeur d'eau et de carbures d'hydrogène, d'huiles empyreumatiques ; toutefois, comme l'air est en excès, le four n'est pas engorgé.

Fig. 380.

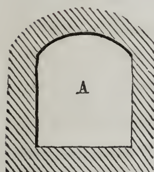
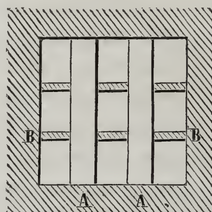
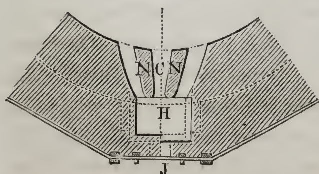


Fig. 381.



Le grand feu commence lorsque l'intérieur du four approche du rouge-cerise ; on dispose le combustible pour donner plus de flammes, on se sert de bois plus menu ; on le place avec soin horizontalement dans le foyer, quelquefois même sur l'ouverture de l'alandier : dans le système des fours ronds à porcelaine, on appelle cette opération *couvrir ;* en effet, le bois couvre l'ouverture du foyer en portant par ses extrémités sur les *portées* (*fig.* 382) qui forment la bouche du four : on n'a plus de trappe pour clore cette bouche que le bois ferme lui-même, les

Fig. 382



ouvreaux inférieurs sont murés, et tout l'air qui s'engage dans le laboratoire traverse le bois placé sur l'alandier : si l'on ne charge pas trop, si le bois n'est pas humide, si le passage de l'air ne se fait qu'avec la rapidité convenable, la fumée diminue, disparaît même; la température s'élève rapidement; il ne se fait pas de braise, et le four peut acquérir promptement la température à laquelle la poterie doit cuire.

Lorsque le combustible n'affecte pas la forme du bois et qu'il se présente en fragments irréguliers plus ou moins gros, on le dispose sur une grille dont les barreaux sont plus ou moins espacés; on ne charge le foyer que de quart d'heure en quart d'heure pour le petit feu, rapprochant légèrement les charges à mesure que la température s'élève.

Le rapport de la durée du petit feu à celle du grand feu est excessivement variable avec la nature des poteries; on ne peut rien présenter d'absolu, car pour une même fabrication, le petit feu variera dans le rapport de 1 à 2 ou 3 suivant la dimension des pièces à cuire.

Ces principes posés, appliquons-les, tout de suite, soit à la conduite du feu dans les fours carrés à tirage oblique ou vertical, en admettant que le bois soit le combustible brûlé, soit aux fours à cuire les faïences fines et la porcelaine, qui s'alimentent tantôt par le bois, tantôt par la houille.

Cuisson des poteries communes. — En supposant un four carré de 7 mètres de hauteur totale, à partir du sol du premier laboratoire (*fig.* 277) jusqu'à la voûte du second sur $2^m,40$ de côté, on donne au foyer 1 mètre de hauteur; le laboratoire inférieur a $2^m,30$, et le laboratoire supérieur a $2^m,10$ de hauteur.

On donne au petit feu le nom de *trempe ;* on le fait à Paris avec des rondins de chêne pelard; il dure environ quinze heures; le grand feu commence alors avec du bois fendu plus mince en bûchettes qu'on jette dans le foyer, les croisant les unes sur les autres. Pour activer le tirage lorsque le bois est bien enflammé, on le soulève en le rapprochant de la voûte, au moyen d'une sorte de fourche. La température s'élève rapidement, le grand feu dure environ douze heures.

Cuisson de la faience commune. — Lorsqu'on cuit de la faïence commune à glaçure stannifère, les dimensions étant celles

du four que nous venons d'indiquer et les dispositions identiques, la durée totale du feu varie de vingt-sept à trente heures. Le foyer est disposé comme les alandiers des fours cylindriques, ce qui modifie un peu la marche du four pendant le grand feu : le petit feu dure de quinze à seize heures ; on le fait avec des rondins de bois non fendu. Le grand feu dure de douze à quatorze heures ; on l'obtient en plaçant le bois horizontalement en travers de l'alandier ; c'est une cuisson à flamme renversée. On se sert de la voûte qui conduit la flamme dans les laboratoires pour régulariser la cuisson ; lorsqu'on craint qu'il n'y ait pas tout à fait assez de feu dans la partie postérieure du four, on y pousse le combustible au moyen de fourches en fer.

Cuisson de la faience fine. — Nous verrons que cette sorte de poterie exige deux cuissons distinctes, l'une pour cuire la poterie sans glaçure, l'autre pour cuire la glaçure. Cette dernière est inférieure à la première.

Four à biscuit. — En admettant une cuisson à la houille dans un four rond de 6 mètres de hauteur sur 6 mètres de large, chauffé par huit alandiers correspondant aux huit cheminées intérieures et un neuvième pour le centre, il faut soixante-douze heures pour cuire la poterie simple.

En supposant un four à huit alandiers ayant 3 mètres de hauteur sur 4 mètres de diamètre, on cuit en cinquante-deux ou cinquante-six heures la poterie sans glaçure.

En supposant un four carré à deux rangées de foyers opposés, c'est-à-dire à huit alandiers, quatre de chaque côté, on brûlera 6,000 à 7,000 kilogrammes de houille pendant les vingt-deux heures que dure une fournée.

Dans un four à deux étages de même hauteur, on cuit le biscuit dans le laboratoire inférieur et le vernis dans le second : pour le biscuit, on consomme 2,500 kilogrammes de houilleen seize heures; pour le vernis, on cuit en huit heures avec 1,000 kilogrammes de houille.

Four à vernis. — Les fours à vernis sont ordinairement plus petits que les fours à biscuit. Voici quelques données qui compléteront celles que nous venons de présenter.

En supposant un four à vernis de 4 mètres de diamètre sur $3^m,30$ de hauteur, on dispose huit alandiers sur la circonférence

en supprimant l'alandier du centre. Il devient inutile, puisque la température est bien moins élevée que dans les fours à biscuit.

Dans la manufacture d'Arboras, le four à vernis a $3^m,8$ de hauteur et 4 mètres de diamètre; on n'a qu'un seul foyer qui reçoit le combustible d'une manière continue; on cuit à la houille en quatorze heures.

Dans un four à vernis de 3 mètres de hauteur sur 4 mètres de diamètre ayant huit alandiers, on brûlera 5,500 kilogrammes de houille en seize ou dix-huit heures.

Cuisson des grès cérames. — Nous avons indiqué plus haut la forme des fours à grès de Beauvais et des environs. Ces fours ont $1^m,8$ à la moindre hauteur, $2^m,65$ à la plus grande hauteur; la bouche du foyer mesure $0^m,65$. On commence par chauffer avec du bois de bouleau, long de $1^m,30$ et gros comme le bras; cette *trempe* dure cinq jours dans un four de 13 à 14 mètres; on brûle pour ce four environ 72 stères de bois.

Le grand feu se fait avec des fagots ou *bourrées;* il dure trois jours; on consomme ainsi près de 500 fagots.

Cuisson de la porcelaine. — Le bois a été jusqu'à présent le combustible employé le plus généralement à la cuisson de la porcelaine : nous nous occuperons d'abord de la cuisson au bois; nous indiquerons ensuite la cuisson à la houille dans les fours de la manufacture de Sèvres.

Cuisson au bois. — En général les fours à cuire la porcelaine ont des dimensions très-variables; ceux de Sèvres ont de 3 à 4 mètres de diamètre.

La hauteur du laboratoire du grand feu est ordinairement un peu plus faible que la largeur; pour un four de $5^m,67$ de diamètre, on a donné $4^m,83$ de hauteur de la clef de voûte au sol, et seulement $3^m,44$ du sol à la naissance de la voûte. Quelquefois on adopte des dimensions inverses; ainsi, pour un four de 4 mètres de diamètre, on donnera $4^m,15$ de hauteur au premier laboratoire; $3^m,30$ du sol à la naissance de la voûte. Le laboratoire supérieur ou dégourdi sera formé d'une partie cylindrique de $2^m,40$ de hauteur et d'une partie conique de 4 mètres, terminée par une cheminée de $0^m,55$ de diamètre. La voûte qui sépare les deux compartiments du four reçoit au centre une cheminée de $1^m,10$ de hauteur, dont l'ouverture intérieure a $0^m,55$ de diamètre.

Les *alandiers* sont en nombre variable suivant la dimension du four, de quatre à six ordinairement, munis par le bas d'ouvertures de $0^m,35$ de côté, qui servent pour le tirage pendant la période du petit feu. L'ouverture supérieure de l'alandier qui reçoit le bois pendant le grand feu a $0^m,60$ entre les deux portées; le bois est placé suivant la tangente à la circonférence extérieure du four, et forme une sorte de grille à travers laquelle l'air pénètre dans le laboratoire; l'ouverture qui communique du four à l'alandier a la forme d'un carré, quelquefois surmonté d'un demi-cercle; souvent on divise cette ouverture par des piliers qu'on nomme *brise-feux*, dont l'intervalle en hauteur est encore séparé par des tuileaux qui divisent la flamme (*fig.* 380 et 381).

Nous avons vu que les produits de la combustion passaient, par une voûte, du laboratoire dans le *dégourdi;* il y a souvent dans cette voûte une cheminée centrale, et cette disposition est la plus générale : cependant à Sèvres il n'en existe pas; mais on a des carneaux en plus grand nombre qui vont en se rapprochant les uns des autres vers le centre de la voûte. On en compte vingt-cinq de 4 centimètres de diamètre. On admet en général que dans un four à quatre alandiers, la surface de l'alandier doit être égale à celle de sortie de la flamme.

Pour les fours du commerce, le dégourdi communique directement avec l'extérieur par des ouvertures percées à la hauteur du sol de cette capacité du four. A Sèvres, les dégourdis sont eux-mêmes voûtés et sont surmontés d'une partie conique qu'on nomme *enfer*. On emploie cette capacité pour faire calciner certains oxydes destinés à la décoration.

L'épaisseur de la maçonnerie du four construit en briques réfractaires varie intérieurement de $0^m,60$ à 1 mètre. Les voûtes se font au moyen de *chablon;* on les construit avec un seul rang de briques, du sable et des tuileaux par-dessus.

Nous avons dit que pendant le petit feu les ouvertures inférieures de l'alandier étaient ouvertes; la bouche supérieure est fermée; on ne l'ouvre que pour jeter le bois, qui est en rondins, qu'on entre-croise dans le foyer; le combustible brûle alors par le bas; on ne change pas de manière d'alimenter le feu pendant quinze à vingt heures, en supposant un four de $3^m,30$; mais lorsque le four est à la chaleur rouge sombre, on *couvre* avec

du bois fendu; c'est à cette période qu'on donne le nom de *grand feu*. L'air traverse les morceaux de bois qui couvrent la bouche supérieure de l'alandier; il entraîne en flammes renversées, dans l'intérieur du four, les produits de la combustion; l'intervalle compris entre les bûchettes de bois remplit le même rôle que l'intervalle compris entre les barreaux d'une grille; le tirage est tellement actif, qu'on peut tenir la main sur le bois placé sur l'alandier en talus de 45 degrés, sans éprouver aucune sensation de chaleur. Le grand feu dure de huit à dix heures.

Les trois fours de la manufacture de Sèvres, désignés par les lettres A, B, C, donnent en moyenne pour les capacités, la durée du petit feu, celle du grand feu, la quantité de stères de bois consommé, les éléments réunis dans le tableau ci-joint :

	FOUR A.	FOUR B.	FOUR B.	FOUR C.
	"	2 LABORATOIRES.	1 LABORATOIRE.	"
Capacité en mètres cubes...	24	36	18	14
Durée du petit feu (heures).	15	18	14	12
Durée du grand feu. Id.....	15	18	16	14
Durée totale de la cuisson. Id.	30	36	30	26
Combustible brûlé (stères)..	60	70	45	30

Dans quelques fabriques, on pratique au commencement du grand feu une manœuvre particulière à laquelle on donne le nom de *postage* : au même instant, tous les ouvriers soulèvent, avec un ringard, le bois qui recouvre chaque alandier, en le secouant à plusieurs reprises; il entre à ce moment dans le four un grand excès d'air rejetant au dehors une quantité considérable de fumée noire, qui disparaît sous l'influence de cette manœuvre répétée de cinq en cinq minutes, pendant la première heure du grand feu.

L'analyse indique dans la composition des gaz d'un même four, pendant la durée du petit et du grand feu, des différences notables.

En ne tenant aucun compte de la quantité de vapeur d'eau que ces gaz dissolvent, ils contiennent en moyenne :

	Vers la fin du petit feu.	En grand feu.
Acide carbonique	15	19
Oxygène	4	»
Azote	81	76
Oxyde de carbone	»	3
Hydrogène	»	1
	100	100

Il résulte de ces chiffres que pendant la première période le four est oxydant, tandis qu'au contraire pendant la période du grand feu l'atmosphère du four est chargée de gaz réductifs. Cette observation explique la couleur de la flamme qui brûle dans le dégourdi des fours du commerce, sous l'influence de l'air extérieur.

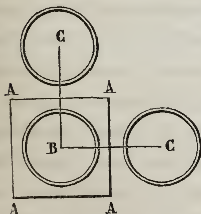
Les analyses qui précèdent donnent la possibilité d'expliquer les effets du *postage* sur la réussite de la fournée. L'air qu'on introduit dans le four brûle, mais d'une manière incomplète, les produits de la distillation du bois, hydrocarbures qui existent encore en quantité notable dans l'atmosphère du four, et qui constituent une fumée blanchâtre, à peine visible; l'hydrogène se transforme en vapeur d'eau, et le carbone mis en liberté se mêle aux produits de la combustion pour former une fumée noire qui s'échappe en abondance. Cette fumée n'est plus apparente lorsque le postage se fait à une température élevée; car les hydrocarbures qui constituent la fumée jaunâtre ne peuvent plus exister; le carbone pur d'ailleurs, s'il était mis en liberté, se dissoudrait immédiatement soit dans la vapeur d'eau, soit dans l'acide carbonique contenu dans l'atmosphère du four.

On accorde au postage la faculté d'empêcher la porcelaine de jaunir; si le jaune provient effectivement de la fumée, si ce défaut n'est qu'un *enfumage,* cette coloration ne peut être attribuée qu'à des huiles empyreumatiques jaunâtres interposées dans les pores de la pâte quand elle est encore poreuse, et non pas à du charbon qui, quelque divisé qu'il puisse être, ne la pénétrerait pas et ne la colorerait d'ailleurs qu'en *gris* plus ou moins foncé; il y a donc en effet convenance à transformer ces hydrocarbures gazeux en carbone et vapeur aqueuse pour les empêcher de se répandre dans la pâte et d'y rester emprisonnés sous la glaçure. Or le moment

du *postage* est celui pendant lequel ces carbures peuvent se former en plus grande quantité; au commencement de la cuisson, la combustion est lente, l'air en très-grand excès; lorsqu'on entre en petit feu, la combustion est entretenue par une plus grande masse de bois qui distille d'abord, et la température n'est pas assez élevée pour décomposer ces hydrocarbures qui sont chargés de vapeur d'eau, et d'une combustion difficile. Quoique d'autres influences, ainsi que nous le verrons plus loin, puissent donner du jaune, l'influence de ces hydrocarbures est admissible. On a remarqué que la porcelaine est jaune lorsque la combustion est languissante, le tirage insuffisant. On a vu des pièces plus ou moins jaunes par places irrégulières indiquant des mélanges imparfaits dans les gaz qui composent l'atmosphère du four. Les premières heures du grand feu surtout ont de l'influence sur le jaune. Une fois l'émail en fusion, la pâte ne se colore pas, mais elle ne se décolore pas plus, lorsqu'elle présente ce défaut, l'un des plus graves contre lesquels les fabricants aient à lutter.

Frais de cuisson. — Nous chercherons, avant d'étudier les fours marchant à la houille, à déterminer la valeur des frais de cuisson. Les frais de cuisson s'établissent soit d'après la place occupée dans le four par une pièce donnée, soit d'après le poids de cette pièce. La première méthode est la plus régulière et la plus précise. Connaissant la capacité du four en décimètres cubes et la valeur du combustible brûlé pendant une cuisson, on calcule le prix de cuisson du décimètre cube. On détermine ensuite le volume occupé par la pièce dont on cherche les frais de cuisson. Dans ce but, on trace autour de l'étui une surface carrée par des lignes coupant au milieu la distance de deux étuis consécutifs (*fig.* 383); on multiplie par la hauteur de l'étui: le produit de ce volume par la valeur du décimètre cube est la valeur cherchée.

Fig. 383.



On fait entrer dans la valeur du combustible la valeur de l'encastage, des frais d'enfournement et de défournement, le prix de la main-d'œuvre, etc.

Si l'étui ne contient qu'une pièce, soit en hauteur, comme pour les assiettes, soit dans la surface, comme le *petit creux*, la valeur trouvée est celle des frais de cuisson afférents à la pièce donnée;

si l'étui en contient plusieurs, n par exemple, $\frac{p}{n}$ représentera les frais de cuisson pour une seule pièce. Cette méthode fait admettre 8 centimes pour le prix de cuisson du décimètre cube. Elle est beaucoup plus rationnelle que le procédé qui consiste à peser la porcelaine cuite pour en comparer le poids à la valeur du prix d'une fournée (combustible et main-d'œuvre compris).

On a trouvé que, par cette seconde méthode, le kilogramme de pâte coûtait de cuisson $1^{fr},110$ dans un four de Sèvres; le prix s'abaisse de ce chiffre à $0^{fr},068$ si l'on tient compte du poids des étuis, accots, supports, qu'il faut élever à la température de la cuisson de la pâte; on a déterminé par l'expérience directe que 12,800 kilogrammes de cazettes, étuis, etc., ne contenaient que 800 kilogrammes de produits marchands; il faut donc, pour cuire 1 partie en poids de porcelaine en élever 16 à la température de 1,600 degrés.

Si nous calculons le poids du bois brûlé dans le four contenant 12,800 kilogrammes d'étuis, de cazettes et de pièces, en comprenant leurs supports, nous trouvons que 800 kilogrammes de porcelaine fabriqués ont consommé 12,000 kilogrammes, ce qui nous apprend que, dans les fours de Sèvres, 1 kilogramme de pâte exige pour cuire 15 fois son poids de combustible végétal, bois de tremble et de bouleau.

Cuisson à la houille. — La substitution de la houille au bois pour la cuisson de la porcelaine dure, pratiquée déjà d'une manière profitable en 1783 et 1784 à Paris, lorsque la consommation du bois par les fabriques de porcelaine absorbait le bois de chauffage, est actuellement une question d'une grande importance, à cause du prix élevé des bois. L'expérience a prouvé qu'on pouvait cuire avec succès, au moyen de combustibles minéraux, houille et lignite, la poterie qui demande entre toutes les poteries la température la plus élevée; rien n'est changé dans la forme du four, dans les rapports entre la hauteur et son diamètre, dans les dimensions des cheminées et des carneaux; les foyers seuls sont modifiés, et leur nombre est plus considérable. Un four au bois à quatre alandiers marche bien avec six. Un four marchant au bois avec six alandiers doit en avoir dix pour cuire à la houille.

Les premières tentatives faites en France pour cuire à la houille

datent, nous venons de le dire, de 1783; elles ont duré de douze à quinze mois. Elles ont été suivies à Lille comme à Paris; mais les événements politiques en ont arrêté le développement. Le simple exposé de la question suffisait cependant pour en faire apprécier toute l'importance, en présence surtout de la défense faite par le Gouvernement de cette époque, éclairé par les résultats satisfaisants obtenus sous la surveillance de ses agents, d'employer le bois à cuire la porcelaine autrement que dans les petits fours d'essai.

Tout le monde sait qu'à valeur calorique égale le bois est partout en France à un prix beaucoup plus élevé que la houille, et que la disproportion entre la valeur commerciale des deux combustibles devient énorme, surtout dans le voisinage des bassins houillers. Toute industrie dans laquelle on arrive, sans altérer la qualité des produits, à remplacer la chaleur de combustion du bois par celle de la houille, réalise donc un grand progrès économique, principalement quand la valeur du combustible consommé est un des éléments les plus importants du prix de revient.

Dans le procédé de cuisson à la houille, tel qu'on a pu le pratiquer dès l'origine du procédé, on a pu se dispenser d'apporter aucune modification à la disposition intérieure des fours, de même qu'au mode d'enfournement; on a seulement augmenté le nombre des alandiers. Rappelons qu'actuellement les alandiers sont toujours extérieurs au four, mais disposés d'une manière toute différente des alandiers au bois. Un cendrier profond, communiquant avec l'atmosphère de la halle, amène l'air sous une grille chargée de houille. La combustion n'a plus lieu comme avec le bois, à flamme renversée, mais bien d'une manière analogue à ce qui se passe dans les fours à réverbère.

En supposant un four, chauffé par huit alandiers, de $4^{m},66$ de diamètre, 3 mètres de hauteur au carré de la voûte et $4^{m},33$ à la clef de voûte ou cheminée du globe, la voûte du globe étant percée de huit carneaux entre deux alandiers et d'une cheminée au centre de la voûte du globe, on brûle 150 hectolitres de houille de Commentry.

En supposant un four de $5^{m},66$ de diamètre, 3 mètres de hauteur au carré de la voûte et $4^{m},33$ à la clef de voûte du globe, chauffé par dix alandiers, la voûte du globe percée de dix ouver-

tures entre deux alandiers et d'une cheminée au centre de la voûte du globe, on brûlerait 220 hectolitres de houille. Les dimensions des grilles, dans l'un comme dans l'autre four, sont $0^m,84$ de longueur et $0^m,48$ de largeur. L'intervalle entre les barreaux est de 8 à 10 millimètres.

Ces fours avaient cuit au bois, le premier avec cinq alandiers, le second avec six.

Le four de $4^m,66$ brûlait en moyenne, par fournée, 96 stères de bois, essence chêne et charme, revenant à........	672 fr.
Il brûlait 150 hectolitres de houille de Commentry, qui revient à $1^{fr},80$ l'hectolitre, soit....................	270
Différence........	402 fr.

Le four de $5^m,66$ brûlait par fournée 120 stères de bois à 7 francs, soit................................	840 fr.
Il consommait en houille 220 hectolitres de houille à $1^{fr},80$, soit..................................	396
Différence........	444 fr.

Ces chiffres parlent d'eux-mêmes.

Nous compléterons ces données par les observations faites sur un four de $6^m,67$ de diamètre intérieur; le laboratoire du grand feu a $4^m,83$ de hauteur du sol à la clef de voûte, il est chauffé par dix alandiers. Ces détails, donnés par M. Ebelmen, retracent d'une manière précise la marche exacte pour conduire une fournée de même nature. (*Recueil*, tome I, page 575.)

Pendant les trois premières heures de cuisson, on jette de la houille sur la grille de chaque alandier tous les quarts d'heure; les intervalles compris entre deux charges consécutives deviennent de plus en plus courts. Enfin, à partir de la quatorzième heure jusqu'à la fin de la cuisson, le chargement des grilles se fait simultanément toutes les deux minutes et demie; la quantité de houille introduite à la fois dans chaque alandier ne dépasse pas $1\frac{1}{2}$ kilogramme.

On ne voit ordinairement de la flamme dans le dégourdi que douze heures après le commencement de la cuisson; le feu donne constamment une fumée noire et très-abondante au moment de la charge. Vers la fin de la cuisson, son intensité cependant diminue

beaucoup. Le feu dure quarante-quatre heures; on a consommé 214 hectolitres ou 14,980 kilogrammes de houille de Commentry : la consommation varie entre 205 et 230 hectolitres.

Les cazettes ne se sont pas vitrifiées à l'extérieur, ainsi que cela se présente dans les fours chauffés au bois, en raison de la nature alcaline des cendres entraînées par le courant d'air; cette circonstance seule diminue notablement les frais d'entretien des cazettes. La surface des étuis n'est que lustrée, même devant les feux.

L'encastage exige des soins particuliers; il faut éviter que les cendres de la houille, naturellement plus colorées que celles du bois, ne pénètrent dans les étuis; les pièces mal encastées présentent des taches d'un jaune brunâtre, dues au fer contenu dans les cendres de la houille : on évite ce défaut par un colombinage soigné.

On doit aussi prendre, pour le dégourdi, quelques précautions spéciales; il est essentiel que les pièces à dégourdir soient encastées dans le globe avec autant de soin qu'au grand feu. Les pièces dégourdies *en charge*, c'est-à-dire hors des cazettes et en contact direct avec l'atmosphère du four, se déforment toutes considérablement au grand feu; on dirait que quelque principe entraîné par la fumée pénètre la pâte et la rend plus fusible : c'est là un phénomène fort singulier dont on trouvera peut-être la cause par l'analyse comparative des pièces dégourdies avec et sans le contact de la fumée.

L'introduction du combustible par intervalles rapprochés et par petites quantités à la fois produit un effet analogue à celui du postage dans la cuisson au bois. On introduit un excès d'air dans le four en brûlant les hydrocarbures d'une manière incomplète, en expulsant le charbon; ce qui le prouve, c'est que les produits de la combustion restent encore chargés de gaz réductifs. On a trouvé dans l'atmosphère de ces fours, après trente heures de feu :

Acide carbonique	16,30
Oxyde de carbone	4,64
Hydrogène	0,70
Azote	78,00
Hydrogène sulfuré	00,36
	100,00

La porcelaine sort bien blanche du four, et la fumée ne disparaît jamais complétement, même à la fin de la cuisson, résultats qui se rapprochent beaucoup de ceux qu'on obtient dans les cuissons au bois.

« Si l'on compare seulement les pouvoirs calorifiques des deux combustibles, on trouve, en appliquant le calcul au four de $5^{m},66$ dont nous avons parlé tout à l'heure, que 120 stères de bois, pesant environ 42,000 kilogrammes, ont été remplacés par 16,500 kilogrammes de houille. Un kilogramme de bois, dont le pouvoir calorifique est de 3,000 unités, a été remplacé par $0^{k},39$ de houille, dont le pouvoir calorifique (à raison de 7,000 unités par kilogramme) ne dépasse pas 2,730 unités.

» L'économie sur le nombre des calories dépensées serait donc, dans cette circonstance, d'environ 10 pour 100, abstraction faite des prix relatifs des deux combustibles.

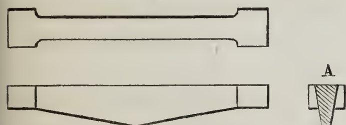
» La diminution sur le prix de revient de la porcelaine résultant de l'emploi de la houille, doit varier, on le conçoit facilement, avec la position des manufactures. En admettant, en moyenne, que la valeur du bois consommé pour cuire les pièces de porcelaine le plus ordinairement employées, les assiettes par exemple, représente les 30 pour 100 du prix de revient, la réduction due à l'emploi de la houille serait, dans le Cher, d'environ 16 pour 100.

» L'adoption générale de ce procédé doit amener, comme conséquence forcée, le déplacement de la fabrication de cette poterie. Il faut, en effet, au moins 7 à 8 parties de houille pour cuire 1 partie de porcelaine; on conçoit, d'après cela, qu'il sera beaucoup plus économique de transporter les pâtes toutes préparées vers les mines de houille que de faire arriver la houille près des carrières de kaolin. Les manufactures de porcelaine viendront se grouper autour des mines de houille, à côté de tant d'autres ateliers industriels dont les conditions d'existence ont été radicalement changées, quand ils ont pu remplacer le bois par le combustible minéral. La cuisson de la porcelaine avec la houille, le déplacement progressif des manufactures et la concentration inévitable de la fabrication dans de grands établissements, amèneront sans doute une réduction notable dans les prix déjà modiques de la porcelaine; mais il est à désirer que les fabricants français se préoccupent, dès à présent, de la lutte que leurs produits auront peut-être à soutenir

plus tard sur les marchés étrangers. N'oublions pas que d'autres pays que le nôtre possèdent à la fois de grandes richesses en houille, et tous les matériaux propres à la fabrication de la porcelaine dure. » (EBELMEN.)

Les premières dispositions prises à la manufacture de Sèvres pour la cuisson de la porcelaine à la houille datent de 1847; elles furent appliquées au four nommé *four* A. On a remplacé les quatre alandiers primitifs par six alandiers marchant à la houille, et la voûte a reçu au centre une cheminée s'élevant de 1 mètre dans la capacité du dégourdi. Les alandiers ont une grille de $0^{m},82$ de longueur sur $0^{m},48$ de largeur; les barreaux sont au nombre de six, espacés de $0^{m},02$, ils ont un talon A qui fait saillie de $0^{m},01$. La distance des talons du même barreau est de $0^{m},70$ (*fig.* 384). On décrasse les barreaux par-dessous, l'intervalle étant plus large qu'au-dessus, comme le fait voir une coupe du barreau. La dimension de ce four n'est pas une limite.

Fig. 384.



Il est hors de doute aujourd'hui qu'on pourra donner aux fours de porcelaine des dimensions plus considérables que celles même de $6^{m},67$ qu'on a relevées page 248, en ajoutant un ou plusieurs alandiers centraux, comme on l'a pratiqué jusqu'à ce jour dans la fabrication de la faïence anglaise. M. Gosse, propriétaire actuel de la manufacture de Bayeux, s'est fait breveter pour une disposition semblable qui donne une économie notable des frais généraux par suite d'une cuisson plus égale et plus rapide.

Voici le procès-verbal d'une première fournée faite au four A.

Le feu a été mis à 5 heures du matin, la houille étendue à demi-grille et chargée de quinze minutes en quinze minutes jusqu'à 10 heures du matin, de dix minutes en dix minutes jusqu'à 5 heures du soir. A cette heure, la houille, allongée sur toute la surface de la grille, a été renouvelée toutes les sept minutes et demie jusqu'à 7 heures. De 7 heures à 11 heures, on a chargé toutes les cinq minutes. Enfin, depuis 11 heures du soir jusqu'à la fin du feu, les charges ont été répétées toutes les deux minutes et demie. On a quitté le feu à $4^{h}30^{m}$ du soir sur montres cuites et blanches.

On a consommé pour cuire ce four 116^{hect},5 de houille, soit 8,155 kilogrammes. La durée du feu a été trente-cinq heures et demie. Dans les cuissons suivantes, on a brûlé moins de combustible d'après le relevé de la consommation de la houille par chaque fournée du four A, exprimée en hectolitres, pendant douze cuissons consécutives :

		h	
1re cuisson.		116,5 = 8,155	kilogrammes.
2e	»	93,0 = 6,510	»
3e	»	85,0 = 5,950	»
4e	»	74,0 = 5,960	»
5e	»	91,0 = 7,280	»
6e	»	87,0 = 6,960	»
7e	»	87,0 = 6,960	»
8e	»	88,0 = 7,040	»
9e	»	80,0 = 6,400	»
10e	»	72,0 = 5,760	»
11e	»	77,0 = 6,160	»
12e	»	81,0 = 6,480	»

Dans la première cuisson, on a dû chauffer plus lentement à cause des réparations nouvelles motivées par la transformation du four; de là, l'excès dans la quantité du combustible brûlé.

La cuisson à la houille exerce sur les couleurs de fond une influence tantôt nuisible, tantôt favorable. Les fonds bleus ne prennent aucun glacé et sortent noirs et altérés. On a remarqué que les fonds céladon, au contraire, cuisaient avec une nuance et une teinte beaucoup plus agréable; il en est de même du vert de chrome, dit *vert au grand feu*. Nous chercherons à nous rendre compte de ces phénomènes; l'explication peut être prévue d'ailleurs par les notions générales que nous avons déjà présentées au sujet des divers oxydes métalliques employés dans la décoration des poteries.

La possibilité de cuire la porcelaine dure au moyen des flammes combinées du bois et de la houille, procédé pour lequel M. Chevandier a pris un brevet le 29 mars 1851, doit permettre de donner économiquement à l'atmosphère du four à porcelaine une composition telle, qu'on y puisse cuire avec succès et à volonté les couleurs qui exigent, pour être complètes, soit une atmosphère réductrice, soit une atmosphère oxydante.

Les meilleures houilles qu'il convient d'employer dans cette méthode sont les houilles grasses à longue flamme ou les houilles maréchales; on donne la préférence aux variétés reconnues bonnes pour les grilles des fours à réverbère. On trouve le type des bonnes houilles pour cet usage dans le flénu de Mons.

En comparant la cuisson à la houille dans des fours qui marchaient au bois avant de chauffer à la houille, on voit que 1,5 hectolitre de houille remplace un stère de bois. — 120 kilogrammes de houille remplacent dans le Cher 1 stère de bois (chêne et charme) qui pèse 350 kilogrammes. Nous avons vu $1^{hect},90$ remplacer 1 stère de bois, dans le Cher, par les expériences faites dans un des fours Noirlac ayant $5^{m},66$ de diamètre.

A la manufacture de Sèvres, 60 stères de bois ont été remplacés par 80 hectolitres de houille, ou $1^{hect},33$ de houille a remplacé 1 stère de bois. — 210 kilogrammes de bois (tremble et bouleau) ont été remplacés par 106 kilogrammes de houille.

L'économie d'argent doit être variable non-seulement avec la disposition du four, mais encore avec les prix des divers combustibles dans la localité que l'on considère :

A Sèvres,	60 stères à 15 fr. font...	900 fr.
	80 hectolitres à $3^{fr}38^{c}$ font	270
ce qui forme une différence de	....	630 fr.

c'est près de 70 pour 100.

En supposant 800 kilogrammes de marchandise et 6,500 kilogrammes de combustible brûlé, on trouve que 1 kilogramme de porcelaine exige pour être cuit 8 parties de houille; c'est ce que nous avons admis précédemment.

Quoi qu'il en soit de ces différences, qui dépendent encore des dimensions respectives des fours mis en expérience, il en résulte qu'il doit y avoir incontestablement avantage à rapprocher les manufactures de porcelaine des exploitations houillères, et l'industrie de la porcelaine subirait une modification de même ordre que celle qu'ont éprouvée les industries du verre éparses autrefois dans les forêts, réunies aujourd'hui vers le centre des bassins houillers.

Cuisson par les gaz. — Nous avons fait pressentir les avantages qu'un jour ou l'autre les fabricants de porcelaine retireront de la

cuisson par les gaz. Quelques tentatives ont été faites pour atteindre ce résultat. Les premières paraissent avoir été dirigées par M. Renard, de Saint-Gond près Étoges (Marne); elles ont été suivies de succès. Depuis cette époque, divers brevets ont été pris, et je crois qu'on s'occupe à Limoges, en ce moment, de la solution de cet intéressant problème.

Influences qui modifient le tirage des fours. — Nous avons dit qu'il était indispensable de répandre la flamme dans tout l'intérieur des fours pour obtenir des cuissons égales. Lorsque la combustion est tout à fait complète à peu de distance de l'alandier, la température, très-élevée dans son voisinage, diminue sans cesse en se rapprochant du centre du four; la petite quantité des gaz combustibles en permanence dans l'atmosphère du four indique qu'on n'est pas éloigné pendant le grand feu de la composition correspondante au maximum de la température théorique.

Influence des bouches et des cheminées. — Quel que soit le combustible brûlé, la composition de l'atmosphère des fours est déterminée par le rapport entre les surfaces des orifices d'entrée de l'air, les surfaces des orifices de sortie des produits de la combustion, et la composition des combustibles. Pour un même combustible, lorsque la capacité du dégourdi communique avec l'air extérieur, comme dans les fours du commerce, la cheminée centrale et les carneaux de la voûte déterminent principalement le tirage; lorsque le dégourdi ne communique pas avec l'air extérieur, comme dans les fours de Sèvres, c'est la cheminée supérieure qui détermine le tirage.

En appliquant aux dispositions particulières des fours à porcelaine les notions théoriques que nous avons présentées page 186, on comprend que l'élargissement des orifices de sortie augmente le tirage; le rétrécissement des orifices d'entrée de l'air augmente la vitesse de l'air froid à travers l'orifice d'admission.

Si cette vitesse devient très-considérable, l'oxygène dominera dans les produits de la combustion, tous les produits combustibles disparaîtront, et le maximum de température aura lieu près des alandiers, la flamme ne pouvant s'allonger que par la combustion tardive des produits combustibles; un inconvénient de cette allure est une cuisson inégale et trop de chaleur devant les feux;

les piles peuvent être coupées, si par certaines manœuvres on ne change pas ces circonstances de combustion.

Supposons, au contraire, une vitesse trop faible de l'air extérieur à son passage par l'alandier, ce qui arrive avec une cheminée trop étroite, avec des surfaces des alandiers trop larges, les produits de la distillation incomplétement brûlés se maintiendront dans le four, la température ne s'élèvera pas. Il y aura dans le cendrier accumulation de braise, et cette braise agissant sur l'acide carbonique contribuera certainement encore, en régénérant de l'oxyde de carbone, à diminuer la chaleur. On est obligé de débraiser; cette manœuvre occasionne évidemment une perte dans la puissance des effets calorifiques que le bois possède.

Une atmosphère oxydante résultera donc ou d'une cheminée trop large, ou d'alandiers à surfaces trop rétrécies; une atmosphère réductrice doit correspondre à des cheminées trop étroites ou à des alandiers trop larges.

Ces faits connus, on pourra modifier dans tel sens qu'on voudra, soit les orifices d'admission, soit les orifices de sortie de l'air pour régler le tirage convenablement pour une bonne cuisson. Dans tout four bien construit, on se réservera la possibilité de changer les surfaces des cheminées, car pendant l'été le tirage est moins actif par suite de la température plus élevée de l'air extérieur.

Aux allures extrêmes correspondent dans la composition des gaz des différences notables qui peuvent avoir sur la réussite des objets à cuire une influence considérable; il faut savoir les apprécier.

Influence d'un bois trop sec. — Les fabricants reconnaissent en général que pendant l'été surtout le bois trop sec ralentit la marche du four. Supposons les ouvertures réglées convenablement pour un bois suffisamment humide; un bois sec distillera plus vite; les gaz combustibles rempliront le four, et si l'on n'active pas le tirage pour augmenter la quantité d'air nécessaire pour une combustion plus complète, soit en ouvrant la cheminée, soit en rétrécissant les alandiers, la température ne s'élèvera pas. Dans cette condition, on remarque que le laboratoire inférieur reste stationnaire, et que la chaleur s'élève dans le dégourdi; la continuation du feu tend en effet à rendre égales les températures des deux compartiments, la température maxima correspondant à la transformation complète des gaz combustibles sous l'influence de l'air

en eau, azote et acide carbonique; les gaz traversent alors toute la partie inférieure du four sans abandonner leur chaleur, pour arriver dans la capacité supérieure pourvus de presque toute celle qu'ils avaient au départ.

Jugement du feu. — Il faut une très-grande expérience, un coup d'œil sûr pour apprécier convenablement la marche du feu, son accélération; il faut une habitude qui ne s'acquiert qu'après de longues années pour savoir reconnaître si la température s'élève également dans toutes les parties du four, et s'il convient, les poteries ayant atteint leur degré de cuisson, d'arrêter le feu brusquement.

On juge si le tirage est bon et égal au feu des cheminées et des carneaux, c'est-à-dire à la longueur de la flamme qui s'en échappe, à sa couleur plus ou moins bleuâtre, plus ou moins fuligineuse.

Couleur du feu. — Lorsque les pièces qui sont dans le four commencent à rougir, on examine, par des ouvertures réservées à cet effet dans les différentes parties du four, la couleur du feu; l'état d'incandescence des pièces placées dans le four peut donner au praticien expérimenté le moyen de juger la force et la régularité du feu.

D'après M. Pouillet, les divers degrés d'incandescence correspondent à des températures que nous réunissons dans le tableau suivant, en plaçant en regard du nombre de degrés centigrades le point de fusion de quelques métaux :

Rouge naissant...	525	degrés.	
Rouge sombre....	700	»	
Cerise naissant...	800	»	
Cerise...........	900	»	
Cerise clair......	1000	»	fusion de l'argent.
Orange très-foncé.	1050	»	fusion de la fonte blanche.
Orangé foncé....	1100	»	fusion de la fonte grise.
Orangé clair.....	1200	»	fusion de l'or.
Blanc naissant....	1300	»	fusion de l'acier.
Blanc éclatant...	1400	»	
Blanc éblouissant.	1500	»	fusion du fer forgé; cuisson
Blanc éblouissant.	1600	»	de la porcelaine dure.

Montres ou pyroscopes. — Pour ne pas être exposé, dans toutes

les fabriques, aux erreurs auxquelles la vue seule pourrait donner lieu, on place dans divers endroits du four des pièces de même nature que les poteries à cuire, destinées à quitter le feu ; on les retire vers la fin de la cuisson pour les examiner avec attention ; ces petites pièces prennent le nom de *montres* ou *pyroscopes;* elles diffèrent de forme avec les fabriques et les usages des pays.

Fig. 385.



A Sèvres, ce sont des fragments d'assiettes percés d'un trou (*fig.* 385) qui permet de les aller saisir dans le four au moyen d'un ringard en fer, et placés sur un patin de terre à cazette. Pour que le four ne refroidisse pas par le courant d'air qui pénétrerait dans le laboratoire, chaque fois qu'on veut juger la couleur du feu, on empêche l'air froid d'avoir accès dans l'intérieur du four; on dispose à cet effet des visières qu'on enlève au moment de retirer les montres; ces visières s'engagent par un talon carré A (*fig.* 386) dans un trou de même forme réservé dans la porte; la partie conique est terminée par un verre à vitre B qui bouche complétement l'ouverture. Lorsqu'on veut voir la couleur du four, on soulève un petite plaque de fer D qui glisse dans une rainure C (*fig.* 387).

Fig. 386

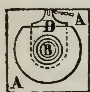
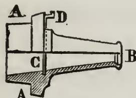


Fig. 387.



Dans quelques fabriques les montres sont de petites tasses carrées ou légèrement coniques qu'on enlève, soit par un trou fait exprès, soit au moyen de l'anse.

L'état dans lequel sont ces pièces fait connaître assez exactement le degré de cuisson de la poterie qui remplit ce four, car les changements physiques qu'elles éprouvent indiquent la manière dont la température s'élève : en comparant entre elles les montres d'une même fournée, dans un même moment, on voit comment la chaleur s'est distribuée dans les diverses parties du four; en comparant entre elles les montres de plusieurs fournées consécutives, on établit expérimentalement à quel degré de cuisson il faut les amener pour donner à chaque fournée le feu qui lui convient.

J'ai dit que les montres faisaient connaître *assez exactement* l'état de cuisson des pièces placées dans le four : il est évident qu'étant mises dans des étuis ouverts, recevant directement l'air froid quand on les retire, refroidies promptement, elles doivent

être généralement un peu moins cuites et peut-être aussi moins brillantes que les pièces contenues dans le four.

Plusieurs fabriques jugent l'état d'avancement du feu d'après la coloration d'un mélange de terres plus ou moins ferrugineuses et la retraite qu'elles prennent par la cuisson. On façonne ces pyroscopes sous forme de sphères ou de boules creuses qui doivent, lorsque la pâte est cuite, passer par un trou déterminé; elles sont percées de part en part. Après la cuisson, elles prennent une couleur qui varie du rouge pâle au rouge brun, en passant par le ton rougeâtre qui dénote une cuisson convenable. Pour cuire le vernis, on a recouvert les pyroscopes rougeâtres d'un vernis plombifère très-fusible, qui prend une couleur déterminée sous l'influence d'une même température. La coloration de ces boules varie alors du rouge clair au brun rouge très-foncé suivant la température qu'elles ont reçue.

Quoiqu'on admette aujourd'hui que ces méthodes de juger le feu soient les plus convenables, il serait erroné de penser qu'on n'ait jusqu'à ce jour fait aucune recherche pour doter les arts céramiques des pyromètres exacts; mais les conditions que ces instruments ont à remplir suffisent pour faire comprendre les difficultés du problème, augmentées encore par la haute température à laquelle il s'agit de monter. L'exposé fait par M. Brongniart des conditions auxquelles un bon pyromètre doit satisfaire indique les obstacles à surmonter; il faut, en effet :

1°. Qu'il soit d'un emploi facile, c'est la première de toutes les conditions auxquelles il doive satisfaire, pour que son usage puisse s'introduire dans l'industrie;

2°. Qu'il fasse connaître promptement la température du four dans lequel sont placées les poteries à cuire;

3°. Qu'il indique sûrement la marche du feu dans le four;

4°. Qu'il donne ces indications avec exactitude, d'une manière précise, absolue, transmissible dans tous les lieux et dans tous les temps. (Brongniart.)

Le premier pyromètre employé fut celui de Wedgwood (*fig.* 388); il est fondé sur la propriété qu'ont les pâtes argileuses de diminuer de volume sous l'influence de la chaleur; les indications de cet instrument, dont on ne se sert plus guère qu'en Angleterre, ne sont pas assez précises pour qu'on puisse recommander actuel-

lement le pyromètre de Wedgwood; la nature de l'argile dont on a fait usage pour former les billes pyrométriques a des influences sur la retraite de la pâte pour une même température donnée; d'ailleurs, suivant qu'on élève la température plus ou moins rapidement, suivant que les cylindres ont été moulés ou tournés, les indications de l'instrument pour une même température, et pour une même pâte argileuse, sont très-variables. (FOURMY.)

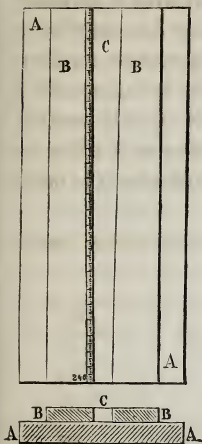


Fig. 388.

Sur une plaque métallique A, ordinairement en cuivre, on soude deux règles B, B dont l'une est divisée en deux cent quarante divisions égales; ces règles forment entre elles un canal C de 61 centimètres; l'extrémité la plus large donne une ouverture de 14 millimètres; on compte les degrés depuis l'ouverture large jusqu'à la plus étroite. Cette dernière correspond à 240, la première indiquant o degré; c'est sur cette extrémité que doit être ajustée la bille pyrométrique avant d'être mise en usage.

Wedgwood composait ses billes pyrométriques avec un mélange à parties égales d'argile de Cornouailles et d'alumine calcinée provenant de la décomposition de l'alun par l'ammoniaque et lavant à l'eau bouillante. On mélange l'alumine et l'argile, on forme des cylindres par le moyen d'un moule, on les égalise pour la longueur, on les aplatit sur une face et on les fait rougir faiblement en les soumettant à la température du rouge naissant. On les ajuste alors pour les faire entrer dans le canal du pyromètre jusqu'à la division marquée o degré. Lorsqu'on veut employer un cylindre pour le pyromètre, on l'expose au feu dont on veut connaître l'intensité. On retire le cylindre au bout de quelque temps; quand il est froid, on l'introduit dans la rainure, on examine à quelle division il s'arrête. C'est la température qu'il a dû subir exprimée en degrés de Wedgwood. Mais comme le retrait que prend l'argile est variable avec la température suivant une loi qui n'est pas connue, ces indications ne peuvent être comparées rigoureusement aux indications des thermomètres ordinaires. Il n'est pas possible

de calculer à combien de degrés centigrades correspond 1 degré de Wedgwood. Si l'on admettait 20 degrés pour la valeur moyenne du degré correspondant aux températures inférieures à la fusion de l'argent, en supposant que zéro correspond à 525 degrés, on trouverait moins de 10 degrés pour la valeur moyenne du degré correspondant aux températures comprises entre la cuisson de la porcelaine et le zéro de l'échelle. Il est probable que la contraction est plus sensible vers les températures basses qu'à celles qui sont très-élevées, le coefficient de contraction n'étant pas le même pour toute la longueur de l'échelle.

Quoi qu'il en soit, on admet les indications suivantes comme suffisamment exactes :

Cuisson de la porcelaine de Nankin............	160°
Cuisson de la porcelaine chinoise commune.....	140
Fusion de la fonte de fer......................	135
Cuisson de la porcelaine anglaise Chelsea........	105
Cuisson de la porcelaine anglaise de Worcester...	94
Cuisson du grès anglais........................	86
Cuisson de la faïence commune................	57
Fusion de l'or fin..............................	32
Fusion de l'argent.............................	28

MM. Appolt, fabricants de produits chimiques, ont disposé, pour mesurer les chaleurs intenses qu'ils veulent régler, une série d'alliages de zinc et de cuivre dont le point de fusion est exprimé par comparaison aux degrés centigrades.

1	partie de zinc,	4	de cuivre fondent à	1050°
1	»	5	»	1100
1	»	6	»	1130
1	»	8	»	1160
1	»	12	»	1230
1	»	20	»	1300

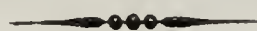
Ces indications paraissent donner au cuivre un point de fusion moins élevé que celui qu'on admet genéralement.

Pour employer ces alliages, on creuse sur une large barre de fer, à quelques centimètres de son extrémité, plusieurs cavités hémisphériques dans lesquelles on place une parcelle de chaque

alliage. Ces parcelles sont environ de la grosseur d'un pois; on les choisit de telle sorte, que leur degré de fusion ne soit pas éloigné de la température du fourneau. Un peu d'habitude permet bientôt de faire ce choix sans se tromper. On couvre les grains d'alliage avec une plaque de fer pour les garantir de l'oxydation, puis on place la barre dans le fourneau. Pour que l'expérience soit concluante, il faut qu'une partie seulement des alliages se fonde, et l'on apprécie la température en choisissant dans le tableau celle qui correspond à la moins fusible des parcelles qui sont liquéfiées.

On a fait à Sèvres l'essai du thermomètre à air; mais il se présente pour cuire la porcelaine la difficulté de trouver une enveloppe parfaitement imperméable pour conserver la même quantité d'air pendant toute la durée d'une même fournée, et pendant les fournées subséquentes. On conçoit qu'on doive rencontrer des obstacles sérieux dans la mesure des températures capables de faire fondre des alliages contenant 53 parties de platine pour 47 d'or.

La température indiquée par le point de fusion de certains alliages, très-convenable théoriquement, présente encore pratiquement des embarras tels, qu'ils n'ont pas encore été mis en usage dans les industries céramiques.



DIX-NEUVIÈME LEÇON.

TECHNOLOGIE CÉRAMIQUE.

Défournement. — Défauts des pâtes et des glaçures. — Poteries simples. Fentes, déformations, vissage, taches, trous, cloques, jaune, enfumage. — Poteries composées, bouillons, coque d'œuf, coulage, écaillage, grains, ondulations, ponctuage, ressuie, retirement, tressaillures, trous, sucé.— Modification des pâtes par la cuisson.— Plasticité. Retraite. — Densité.

DÉFOURNEMENT.

Lorsque les pyroscopes ou montres ont indiqué qu'il était convenable d'arrêter le feu, on cesse de mettre du combustible dans les foyers; on ferme avec de la terre toutes les ouvertures par lesquelles l'air froid pourrait pénétrer dans l'intérieur du four et compromettre la réussite des pièces par des refroidissements trop rapides; en général, un refroidissement lent est une garantie contre certains accidents dont la fréquence compromet les intérêts du fabricant.

On laisse à Sèvres le four se refroidir environ huit jours. La veille ou l'avant-veille du défournement, on enlève le mur des portes, l'air extérieur pénètre alors plus librement entre les piles qu'il refroidit lentement; on ménage par ces précautions toute la cazetterie, et je crois pouvoir affirmer que les difficultés rencontrées dans les fabriques particulières pour trouver de bons étuis, résident moins dans la nature des terres qu'elles ne proviennent de l'empressement que l'on met à défourner.

Le défournement doit être fait avec la lenteur compatible avec une bonne administration; il ne doit pas être effectué, dans tous les cas, avec une rapidité qui s'oppose à l'examen des causes des avaries dont aucune fournée n'est jamais complétement exempte.

Lorsque les pièces ont été dégagées de leurs étuis et de leurs supports, on les débarrasse du sable adhérent aux pieds et à tous les points par lesquels elles étaient supportées ou maintenues dans

leur forme; on les frotte à cet effet avec un grès artificiel dur, mais friable, qu'on fabrique exprès en faisant fritter un mélange de sable quartzeux brut et de porcelaine ; on mélange

Sable quartzeux............	96	kilogrammes.
Pâte de porcelaine........	4	»

On prend évidemment des soins différents pour les poteries de différentes valeurs. Nous avons indiqué ceux dont la porcelaine est l'objet, comme offrant un exemple de ce qu'il conviendrait de faire dans tous les cas, si le prix de vente de toutes les poteries permettait ces dépenses de main-d'œuvre. Dans quelques fabriques, on défourne lorsque les poteries sont encore assez chaudes pour que les ouvriers ne puissent les saisir qu'avec de forts gants de peau ou des linges mouillés. Cette mesure, si mal raisonnée qu'elle puisse paraître, est expliquée par la nécessité de faire des cuissons répétées avec des fours peu nombreux.

On procède à l'examen des pièces, à leur classement en pièces de premier, de deuxième, de troisième choix ou de rebut, suivant qu'elles présentent tel ou tel défaut.

C'est ici le lieu d'examiner les défectuosités que peuvent présenter les poteries et leurs glaçures, quelles que soient les classes auxquelles elles appartiennent. Nous retirerons de cette étude la connaissance des moyens d'éviter ces défauts, en cherchant à déterminer leurs causes. Nous ferons suivre cet examen de celui des modifications que la chaleur a fait naître dans les pâtes et les diverses glaçures dont elles sont recouvertes.

DÉFAUTS DES PATES ET DES GLAÇURES.

Nous rappellerons ici que nous avons distingué parmi les produits céramiques les poteries simples et les poteries composées; évidemment les poteries simples seront d'une fabrication plus facile que les dernières, puisqu'il faut ajouter aux défauts inhérents aux pâtes elles-mêmes ceux qui ont leur origine dans les glaçures.

Nous envisagerons donc isolément les défauts des poteries simples et les défectuosités des glaçures; nous étudierons ces dernières dans leurs rapports avec les pâtes sur lesquelles on les applique et les températures auxquelles on les a soumises.

Défauts des poteries simples. — Les avaries que les poteries

simples peuvent présenter sont variables elles-mêmes avec la nature des poteries, et plus ou moins graves, plus ou moins fréquentes avec les diverses compositions chimiques des pâtes.

Nous pouvons admettre à l'avance que ces défauts sont, en les nommant par les termes dont on fait journellement usage :

1°. Les fentes en cru;
2°. Les gerçures ou fentes au feu;
3°. Les déformations;
4°. Le vissage;
5°. Les taches;
6°. Les trous;
7°. Les cloques;
8°. Le jaune.

Lorsque les pâtes sont naturellement colorées, les fentes, les gerçures, le vissage sont ceux de ces défauts qui se manifestent le plus souvent après la cuisson; les fentes qui se déclarent existaient quelquefois avant; dans ce cas on évite la dépense que la cuisson entraîne, en remettant la pièce avec les tournassures pour être relavée; on ne perd que la façon : et c'est perdre son temps que de chercher à boucher ces fentes, surtout pour les fabrications de poteries communes. Il n'y a que des cas particuliers de pièces ayant coûté des dépenses considérables de moulage, de réparage, etc., d'une poterie de luxe sur les prix de laquelle les frais de cuisson n'ajouteraient que peu de chose, qu'on peut vouloir cuire après avoir arrêté ou fait disparaître la fente; ces restaurations réussissent généralement peu souvent.

Les taches, les cloques, les trous, le jaune sont des défauts très-graves, qui sont surtout à craindre pour les poteries à pâtes incolores.

Fentes en cru. — Les fentes se présentent souvent dans les pièces lorsque la dessiccation est inégale et trop prompte. On sait que des courants d'air desséchant une partie trop rapidement s'opposent à ce que la retraite qui résulte de la simple évaporation de l'eau d'imbibition, se fasse avec égalité d'un côté comme de l'autre. Le même défaut se présente dans les pièces moulées et dans les pièces tournées lorsque la composition de la pâte est trop plastique, c'est-à-dire lorsqu'il n'y a pas assez d'élément *antiplastique*. La dessiccation extérieure étant rapide et entraînant

une retraite considérable dans l'épiderme de la pièce, cet épiderme se contracte sur la partie centrale et molle qui force l'extérieur à se crevasser. L'introduction du ciment dans la pâte, non-seulement diminue cette contraction de la croûte extérieure, mais détermine encore une infinité de canaux capillaires conduisant du dedans au dehors l'humidité centrale qui se dégage avec plus de facilité.

Les fentes ne sont pas rares lorsqu'on soumet à la cuisson les pâtes très-argileuses venant d'être exposées à la gelée.

Lorsque la pâte se fend au feu, les fentes peuvent encore s'expliquer par des obstacles aux mouvements de retraite, soit de la part des anses et des autres pièces de garniture, soit de la part des supports, soit enfin de la part de collages mal faits.

Les gerçures peuvent être regardées comme des fentes à leur origine.

Ces défauts entraînent bien souvent un défaut plus grave, celui des déformations, surtout lorsque la pâte est ramollissable.

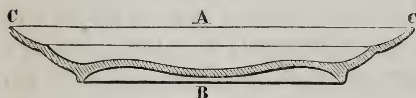
Déformations. — Lorsque la poterie est composée des éléments voulus dans des proportions convenables, lorsqu'il ne s'est produit ni fentes ni gerçures qui peuvent expliquer les déformations observées, on peut attribuer ce défaut à des accidents de feu, par exemple à des coups de flamme ou à la trop grande chaleur développée dans toute la capacité du four.

Lorsqu'au contraire le feu s'est trouvé convenable comme durée, comme intensité, il faut en conclure que la pâte est trop fusible; on a souvent des observations de ce genre à faire, lorsque dans une fabrication courante on fabrique avec des pâtes nouvelles : il est important de ne jamais mettre dans les travaux de pâte neuve sans, au préalable, l'avoir essayée par comparaison avec bon nombre de pièces façonnées avec des pâtes qui ne peuvent laisser aucune inquiétude sur leurs qualités.

Nous compléterons ces notions en ajoutant que, pour certaines pièces de forme déterminée, la déformation peut ne dépendre ni de la composition de la pâte ni de la température à laquelle elle a dû cuire; elle peut tenir à la forme elle-même : il est bon alors de corriger par prévision cette déformation, surtout pour les pâtes ramollissables, soit en redressant par approximation les parties qui doivent s'affaisser, soit en augmentant l'épaisseur des parties

en porte à faux : d'ailleurs, comme nous ne nous occupons ici que de poteries simples, il est toujours assez facile de s'opposer à la déformation par affaissement ou par repoussement. Pour les pièces rondes de cette nature on peut facilement s'opposer par des supports à ce gauche de la bouche qui provient de ce qu'un diamètre diminuant, l'autre s'accroît d'une quantité telle, que les périmètres du cercle et de l'ellipse qui en dérive restent égaux. Les assiettes sont surtout sujettes à l'affaissement du bassin, qui prend alors une surface ondulée laissant voir une sorte de *couronne* (*fig.* 389). On doit prévoir cet affaissement en relevant légèrement le fond; à cet effet, le calibre ne doit pas le former complétement horizontal; il faut au contraire que l'assiette crue présente un fond légèrement relevé vers le centre.

Fig. 389.



Vissage. — Nous avons fait connaître, en parlant de l'ébauche sur le tour, la cause de ce défaut : il tient à l'inégalité de pression des doigts sur les parties de la pâte qui s'élève pendant l'ébauchage; il est à peine visible sur les pièces de pâte non ramollissable, il est au contraire très-souvent apparent sur les poteries à pâte translucide lorsqu'elles n'ont pas été préparées avec toute l'habileté voulue. Il est impossible du reste de rejeter sur la faute du feu ce défaut, lié d'une manière très-intime avec le procédé de tournage.

Taches. — On donne le nom de taches aux maculatures que présentent les poteries colorées ou blanches, ramollissables ou non. Ces taches peuvent provenir, soit de la pâte elle-même, souvent quand elle est grossière et qu'elle admet dans sa composition des parties impures que le lavage n'a pas éliminées, comme les grains calcaires et pyriteux dont les argiles peuvent être souillées. Quelquefois ces taches proviennent des étuis, cazettes, etc., dans lesquels les pièces ont reçu l'action du feu; ces cazettes peuvent projeter des éclats qui, s'ils sont fusibles, tachent les poteries sur lesquelles ils prennent adhérence. Ces défauts n'ont que peu de gravité lorsqu'ils s'attaquent à des fabrications communes, peu soignées et colorées. Ils ont une gravité très-considérable, lorsque la poterie tire son principal mérite d'une blancheur irréprochable. Celles des

porcelaines qu'on fabrique avec des argiles à mica noir, ont une pâte couverte de points produits par des parcelles de mica qui ne peuvent se dissoudre parce que le broyage ne peut les diviser aussi finement que la masse argiloïde; l'oxyde de fer se trouve ainsi réuni sur une multitude de points perceptibles après la cuisson, même à l'œil nu.

Lorsque les taches ne sont pas produites par des matériaux fusibles, et qu'elles ne proviennent pas d'une pâte défectueuse, elles ne sont que superficielles, et si la poterie simple ne se ramollit pas elle-même, il suffit de la frotter avec un grès artificiel pour enlever la tache; si la pâte se ramollit et si l'oxyde colorant ne donne pas de vapeurs colorantes, on le fait disparaître encore, même sans pénétrer trop profondément dans l'intérieur de la pâte.

Il est un genre tout particulier de taches qui ne dépendent ni de la pâte ni des étuis, mais qui résultent de l'action de la fumée sur la poterie. Une atmosphère fuligineuse colore la pâte des porcelaines en gris de fumée souvent très-prononcée par du charbon très-divisé qui reste disséminé dans la pâte qu'il a pénétrée sous forme de vapeurs hydrocarburées, lorsque la pâte était encore poreuse et que la chaleur a décomposées postérieurement avec dépôt de charbon. Le carbone ne se brûle plus lorsque la pâte a perdu sa porosité.

Ce défaut est plus fréquent sur les poteries composées que sur les poteries simples; la glaçure fondue s'oppose à la combustion de ce carbone emprisonné sous une masse vitreuse; une température plus élevée, loin de le rendre moins visible, le fait apparaître plus intense, parce que sous l'influence d'une chaleur élevée la couverte des porcelaines prend une plus grande limpidité. Cependant alors cette coloration grise, ou souvent noire, est accompagnée d'une infinité de petites bulles emprisonnées dans l'intérieur de la couverte et qui paraissent dues à la volatilisation des métaux alcalins sous l'influence du carbone sous-jacent et d'une température très-élevée. J'ai vu de ces bulles transformer en surface rugueuse la surface de certaines porcelaines, surtout sous l'influence de plusieurs passages au feu. On trouvera dans les méthodes que nous avons données plus haut, pour modifier l'allure des fours, le moyen de s'opposer à ces accidents.

Trous. — La cause des trous, c'est-à-dire des cavités irrégulières que présentent accidentellement les poteries à leur sortie du four, tient, comme les taches, soit à des particules plus fusibles, telles que de petites masses calcaires que la pâte contient lorsqu'elle est faite avec des éléments qui n'ont pas été lavés, soit à des fragments qui se détachent des étuis et qui, s'ils ne sont pas fusibles par eux-mêmes, peuvent prendre la fluidité vitreuse sous l'influence de la température à laquelle on cuit la poterie.

On les évite par un tamisage de la pâte et par un encastage soigné.

Cloques. — Certaines pâtes ferrugineuses, contenant du fer en proportion assez considérable, sortent des fours avec une multitude de cloques, et très-souvent comme scorifiées. Nous ne croyons pas possible de nier ici l'intervention de l'atmosphère du four sur le fer disséminé dans la masse. Des expériences, faites par M. Ebelmen, ont prouvé que l'oxyde de carbone pouvait ramener à l'état de fer magnétique le peroxyde de fer. Cette réduction se fait avec dégagement d'oxygène; il se forme donc des bulles qui font éclater les parties de la pâte dans lesquelles elles se concentrent, et comme la pâte elle-même conserve la fusion pâteuse, il ne se forme pas de verre fluide; la poterie conserve l'aspect d'une masse à surface rugueuse.

J'ai bien souvent remarqué que les pièces faites avec des argiles réfractaires colorées ne donnent, dans les fours à porcelaine cuisant à la houille, aucun résultat satisfaisant, tandis que, dans les fours au bois, ces mêmes compositions conduisaient à des produits commerciaux.

Un grand nombre d'essais de grès cérames qui cuisaient avec toutes les qualités désirables dans les fours avec excès d'air, c'est-à-dire dans des étuis en communication constante avec l'air extérieur pendant toute la durée de la cuisson du four à porcelaine, avaient la surface noire et boursouflée lorsqu'on les plaçait dans des étuis lutés.

Quelques argiles grisâtres, quoique peu ferrugineuses, ont l'inconvénient de cloquer toutes les fois qu'on les mélange, même en petite proportion, à des pâtes de porcelaine. L'argile de Dreux est dans ce cas; mais je n'ose affirmer que c'est à cause du fer qu'elle contient que ce défaut se présente.

Jaune. — On donne le nom d'*enfumage* à la cause qui communique à la porcelaine dure ce que l'on appelle *le jaune*. Ce défaut, qui est tellement grave, qu'il peut perdre souvent des fournées entières, n'a pas encore reçu d'explication satisfaisante. La bizarrerie des effets qu'il produit, l'inégale répartition dans le four des pièces qui en sont entachées, rendent incomplètes ou difficiles à accepter toutes les suppositions avancées. La fréquence de son apparition a rebuté plus d'un industriel.

Je réunis ici quelques expériences faites à Sèvres, tant par M. Laurent que par moi; elles me semblent de nature à faire résider la cause de cette coloration dans l'état particulier d'oxydation du fer contenu dans la pâte; elles rendent compte, aussi bien que possible, de tous les caractères du *jaune*, de l'aspect sous lequel il se présente et de la bizarrerie avec laquelle on le rencontre, non-seulement dans quelques-unes des pièces d'une même fournée, mais encore sur certaines parties d'une même pièce. Les mêmes expériences ont été, depuis dix ans, répétées plusieurs fois, et toujours avec les mêmes conséquences.

Neuf petits pots de porcelaine de Sèvres, de la même forme, de la même pâte et façonnés par le même ouvrier, ont été marqués des lettres A, A′, A″, B, B′, B″, C, C′, C″; on les mit au dégourdi de la manière suivante:

A, A′, A″ ont été placés, l'ouverture en bas, sur un même rondeau de porcelaine, de manière à recouvrir chacun un petit godet rempli de peroxyde de manganèse.

B, B′, B″ ont été placés de la manière ordinaire, sans autre précaution que celle qu'on observe en pareille circonstance.

C, C′, C″ ont été mis dans la même condition que les pots A, A′, A″, mais avec cette seule différence que les godets contenaient, à la place du peroxyde de manganèse, de l'huile à brûler et du charbon de terre.

Au défournement, on a trouvé:

A, A′, A″ couleur ordinaire du dégourdi;
B, B′, B″ couleur ordinaire du dégourdi;
C, C′, C″ couleur grise très-prononcée.

Tous ces pots de porcelaine ont été recouverts d'émail par immersion, comme on le pratique ordinairement. On les a placés,

pour les faire cuire, dans le grand feu, savoir :

A, B, C dans une atmosphère oxydante comme A, A′, A″;
A′, B′, C′ dans une atmosphère ordinaire comme B, B′, B″;
A″, B″, C″ dans une atmosphère réductrice comme C, C′, C″.

Au défournement, les pots étaient colorés :

A″, B″, C″ en gris;
A′, B′, C′ en bleuâtre clair;
A, B, C en jaune.

Tous les pots gris n'avaient pas la même intensité; les bleus et les jaunes présentaient de même quelques différences.

Voici les détails présentés par chaque pot :

A″ était gris, peu translucide, grésillé,	B″ plus gris, très-peu translucide, plus grésillé,	C″ très-gris; opaque; très-grésillé;
A′ bleuâtre, non grésillé,	B′ bleu, non grésillé,	C′ bleu; coquille d'œuf;
A plus jaune que B, non grésillé,	B jaune, non grésillé,	C jaune; coquille d'œuf.

L'influence de l'oxygène du dégourdi paraît s'être fait sentir sur le grand feu, puisque A est plus jaune que B et C, A′ moins bleu que B′ et C′, et A″ moins gris que B″ et C″.

Le carbone du dégourdi a exercé sur le grand feu de la cuite une influence fâcheuse; toutes les pièces C, C′, C″ ont grésillé. On en peut conclure que toutes les fois qu'une porcelaine contiendra, même au dégourdi, assez de charbon pour être de couleur grise, la couverte fera coque d'œuf.

Ces expériences ont reproduit les mêmes résultats à diverses reprises et avec une netteté remarquable.

On peut conclure des expériences qui précèdent que le jaune n'est pas dû, dans ces circonstances, à la fumée qui remplit le four. La fumée peut bien jaunir à cause des huiles empyreumatiques qu'elle renferme, mais à la seule condition que la porcelaine ne possède pas une température supérieure à celle à laquelle les huiles se volatilisent ou se décomposent. A la chaleur rouge, ces huiles ne peuvent donc laisser de traces si elles se volatilisent,

et si elles se décomposent, elles ne peuvent que donner une coloration grise ou noire, et non jaune.

D'ailleurs, lorsqu'on permet un courant d'air froid dans les étuis qui contiennent les pièces à cuire, la porcelaine n'a pas l'aspect blanc laiteux exempt de jaune que le consommateur préfère.

Si l'on suppose que la porcelaine jaune ou bleue doive sa couleur au fer qu'elle renferme, les résultats s'expliquent très-facilement.

Le fer à l'état de protoxyde colore peu, tandis que le fer à l'état de peroxyde colore beaucoup plus fortement et en rouge. La fumée d'huile ou de bois réduit le peroxyde de fer, par son carbone et son hydrogène, à l'état de protoxyde. En présence d'un grand excès de silice, la réduction ne passe pas ce terme; il n'y a donc pas de coloration.

Dans cette manière de voir, une atmosphère oxydante donnerait du jaune; une atmosphère chargée de gaz réductifs, au contraire, contribuerait à blanchir la porcelaine. D'autres expériences viennent encore s'accorder avec cette hypothèse.

1°. Pendant toute la durée du feu, on a fait passer dans une cazette contenant des pièces de porcelaine un dégagement d'hydrogène, de manière à remplir de ce gaz toute la capacité de la cazette. La porcelaine a cuit avec une grande blancheur sans coloration jaune.

2°. On évite beaucoup de jaune quand, un peu avant que la couverte entre en fusion, on *lave* le four.

3°. Dix capsules dégourdies ont été distribuées dans le grand feu de la manière suivante :

A dans une atmosphère dépouillée d'oxygène par de l'huile et du charbon;

B dans une atmosphère dépouillée d'oxygène par de l'essence et du charbon;

C dans une atmosphère dépouillée d'oxygène par du bois et du charbon;

D dans une atmosphère dépouillée d'oxygène par du charbon;

E et F dans une atmosphère en contact avec du peroxyde de manganèse;

G, H, I, J dans l'atmosphère libre du four, par conséquent dans les conditionsde toutes les autres pièces de la fournée.

Pour les quatre premières pièces, les corps réducteurs n'étaient pas placés sous les capsules, mais dans l'intervalle laissé libre par les deux étuis qui renfermaient les capsules.

Au défournement,

A, B, C, D étaient bleuâtres;
E, F étaient jaunes;
G, H, J étaient bleus;
I était jaune.

On peut donc admettre qu'on obtient en général :

Avec plus de gaz réducteurs que le four ne peut en donner, une couleur bleuâtre ou blanche, le fer étant *protoxydé*.

Avec plus de gaz oxydant que le four ne peut en donner, une couleur jaune, le fer étant *peroxydé*.

L'irrégularité de la nuance des pièces cuites dans un même four, les unes jaunes, les autres blanches ou bleuâtres, dénote dans ces appareils une très-grande variabilité pour la composition des gaz brûlés; la flamme n'est pas homogène, mais mêlée de gaz réducteurs ou de gaz oxydants.

Les gaz réducteurs sont l'oxyde de carbone et l'hydrogène carboné; ils se produisent lorsque tout l'oxygène de l'air qui entre par les alandiers est entièrement en combinaison avec un excès de carbone, c'est-à-dire lorsque le bois est en excès relativement à l'air. Le gaz oxydant ne peut être que de l'air qui ne s'est pas entièrement combiné lors de son passage par les alandiers. La disposition des bûches, leur quantité, la braise des divers alandiers varient à chaque instant; l'air peut donc être à chaque instant en excès ou non dans l'intérieur du four. Il ne suffit donc pas, pour que le jaune ne se reproduise plus dans un four à porcelaine, que la composition moyenne des gaz présente un excès de carbone sur l'oxygène que ces gaz renferment; il faut que toute la masse présente, en outre, une composition bien homogène.

Il ne paraît pas nécessaire, du reste, que cette uniformité de composition, ni même que la nature réductive de l'atmosphère se maintienne pendant toute la durée de la cuisson. La porcelaine blanche ou bleuâtre cuite en couverte ne peut être jaunie, même dans les circonstances d'enfumage forcé dont j'ai parlé plus haut, pas plus que de la porcelaine jaune cuite en couverte ne peut être

bleuie ou blanchie, même dans les circonstances de réduction exagérée qu'on peut produire avec les huiles ou les essences. La couche vitreuse de la couverte doit, en effet, protéger, dans un cas comme dans l'autre, contre l'action de l'atmosphère, quelle qu'elle soit, l'oxyde de fer contenu dans la pâte sous quelque degré d'oxydation qu'il se présente.

Il importe donc peu que l'atmosphère soit oxydante ou réductive pendant les quelques heures qui suivent le moment où la couverte entre en fusion, mais il est de la plus grande nécessité que les gaz soient *uniformément réducteurs*, mais sans hydrocarbures volatils, jusqu'à l'instant où l'émail commence à se ramollir.

J'ajouterai que la composition de la porcelaine ne paraît pas sans action sur le phénomène de l'enfumage. L'expérience prouve que les pâtes très-siliceuses donnent généralement une porcelaine plus blanche. Or on sait qu'à une très-haute température la silice tend à ramener, sans autre influence, le fer à l'état de protoxyde. Une fusion facile entraînerait donc la décoloration.

On voit une application remarquable de ces principes dans la confection de pipes blanches avec une argile sensiblement ferrugineuse; on explique de la sorte la précaution que prend M. Baptesses pour enlever tout le fer que contient le feldspath avec lequel il confectionne ses boutons en pâte céramique. On lave la pâte avec de l'acide sulfurique. On peut ainsi fabriquer des boutons d'une belle apparence incolore, en les cuisant dans les fours continus, dans un moufle où l'atmosphère est évidemment oxydante.

Ces réactions de l'atmosphère du four sur l'état d'oxydation du fer contenu dans la pâte ont de l'importance au point de vue économique, même pour des poteries communes comme les faïences à glaçure stannifère. L'étain est un métal d'un prix élevé qui doit entrer dans la composition des émaux en quantité d'autant plus grande, qu'on a besoin de masquer la couleur d'une pâte plus colorée. Or les pièces de biscuit de faïence sont, quoique faites avec la même pâte et cuites au même feu, colorées en rouge foncé, rouge brun, même quelquefois sur une seule pièce; les grès cérames communs présentent les mêmes accidents de coloration très-irrégulièrement. La bizarrerie des effets qu'on remarque prouve combien il est rationnel de rapprocher ces défauts de celui de l'enfumage, en leur assignant la même cause.

Défauts des poteries composées. — Aux nombreux défauts que nous venons d'énumérer en cherchant à donner les moyens de les éviter, défauts qui peuvent tout naturellement se présenter dans la fabrication des poteries composées, puisqu'ils ne dépendent que du corps de la pâte, il faut ajouter ceux plus nombreux encore qui tiennent à la nature de la glaçure, soit dans ses rapports avec la température de cuisson, soit dans ses rapports avec la pâte sur laquelle elle est appliquée. D'ailleurs, les défauts observés sur les glaçures peuvent dépendre de la pâte, de la glaçure elle-même, du feu, de l'encastage; il faut les étudier avec soin, car un même défaut peut être occasionné par des causes de nature très-différente.

Nous ne répéterons pas ici ce que nous avons dit de l'objet de la glaçure et des conditions recherchées dans les enduits vitreux pour satisfaire aux exigences d'une bonne fabrication présentant toutes les qualités voulues; mais de l'absence de ces qualités résultent des défauts qu'il faut connaître pour apprendre à les éviter.

Toute matière céramique composée doit, à moins qu'on n'ait voulu qu'il en soit autrement, retenir la glaçure sur toute sa surface; on obtient cette adhérence toutes les fois que la glaçure et la pâte présentent l'affinité convenable. Sans cette affinité, qui résulte tantôt de la nature de la glaçure, tantôt de la composition de la pâte, les deux substances se séparent, la glaçure lève, bouillonne, ou se détache complétement; les faïences communes ont souvent ce défaut, qn'on évite en introduisant dans la pâte la quantité voulue de chaux, sans qu'il y en ait un trop grand excès. Lorsque l'affinité de la glaçure pour la pâte est trop considérable, le vernis pénètre cette dernière et peut même disparaître complétement.

Les rapports de fusibilité des pâtes et des glaçures doivent être parfaitement établis. Un vernis trop dur, comparativement, ne fond pas, reste sans éclat, mal étendu; les vernis trop fusibles, au contraire, coulent ou pénètrent dans la pâte qu'ils peuvent laisser à nu.

Les rapports de dilatabilité des enduits vitreux avec celle des pâtes sur lesquelles on les applique, exercent une influence très-remarquable sur le brillant de la poterie: que la glaçure n'ait pas la même dilatabilité que la pâte dont elle cache la couleur ou dont elle avive l'éclat, elle ne pourra conserver la même surface à toutes les températures; il résultera de ces compositions mal appropriées

des fentes qui se couperont en tous sens, et qui donneront à la poterie l'aspect d'un objet fait en mosaïque plus ou moins régulière, avec des matériaux de volumes plus ou moins équivalents. On donne le nom de *tressaillures* à ces réseaux qui se dessinent sur les produits céramiques.

Nous rapporterons à ces trois chefs tous les défauts que peuvent présenter les poteries composées, et que nous indiquerons par les noms sous lesquels les fabricants les connaissent. Pour présenter ici toutes les considérations qui se rapportent à chacun de ces défauts, nous les étudierons, quelle que soit la cause qui les occasionne, par ordre alphabétique; ce sont :

1°. Les bouillons;
2°. La coque d'œuf;
3°. Le coulage;
4°. L'écaillage;
5°. Les grains;
6°. Les ondulations;
7°. Le ponctuage;
8°. Le ressuie;
9°. Le retirement;
10°. Le sucé;
11°. Les tressaillures.
12°. Les trous.

Bouillons. — Les bouillons sont des accidents qui se présentent dans plusieurs circonstances, et tiennent à diverses causes.

La pâte peut dégager des gaz sous l'influence des éléments des glaçures, et si le feu n'est pas assez vif pour faire tomber ces bouillons, si la glaçure n'est pas assez fluide, les bouillons ne crèvent pas et restent visibles après le refroidissement.

Les bouillons peuvent être le résultat d'un feu trop vif sur une pâte ou des glaçures bien convenablement choisies; ils peuvent enfin être la conséquence de glaçures mal composées, surtout dans des conditions particulières d'enfumage. On sait que toutes les matières vitreuses ne passent pas de la même manière de l'état solide à l'état de fusion; les unes ne subissent qu'un ramollissement sans bulles permanentes, les autres se ramollissent en se chargeant de bulles, d'autres prennent un état pâteux, d'autres enfin acquièrent rapidement l'état vitreux fluide. Ces divers états,

liés avec la composition des enduits vitrifiables, donnent naissance à des accidents variables avec les températures auxquelles les poteries sont soumises.

Coque d'œuf. — La coque d'œuf est un défaut qui retire le brillant de la glaçure; les porcelaines dures le présentent souvent. Lorsque le vernis n'est pas assez fusible, lorsque la cuisson n'a pas été complète, ou lorsque sous l'influence des gaz réducteurs ou de certains agents il s'est dégagé des alcalis qui ont fait perdre à la glaçure une partie de sa fusibilité primitive, la poterie peut faire coque d'œuf. On dit alors que la glaçure est *grésillée.*

Coulage. — On appelle *coulures* les amas de glaçures qui se forment, au détriment des parties voisines, dans les cavités et parties déclives des poteries; ces coulures tiennent à trop de fusibilité, à trop de feu, à trop d'épaisseur des glaçures; elles sont souvent le résultat d'une retouche faite après la mise en couverte avec trop peu de soins : ce défaut peut être évité très-facilement.

Ecaillage. — L'écaillage est un défaut des plus graves auxquels puissent être soumis les produits céramiques. Les porcelaines dures et tendres en sont rarement affectées lorsqu'elles sont bien fabriquées, mais il est fréquent dans la fabrication des faïences communes. La glaçure ne prend aucune adhérence avec la pâte; on évite ce défaut en rendant cette dernière assez calcaire pour qu'il y ait suffisamment d'affinité chimique entre les deux éléments, pâte et glaçure. L'écaillage se déclare souvent quelque temps après le refroidissement; c'est une défectuosité d'autant plus à redouter, qu'elle apparaît généralement dans des produits reconnus de bonne qualité, quelquefois même longtemps après qu'ils ont été livrés.

Grains. — Nous avons dit ce qu'il fallait entendre par *grains;* actuellement qu'on sait appliquer le tour du lapidaire au polissage des grains, ce défaut a beaucoup perdu de sa gravité; mais comme il entraîne toujours un surcroît de main-d'œuvre, il est urgent d'en connaître la cause pour la faire disparaître.

Les grains sont tantôt incolores, et tantôt colorés.

Dans le premier cas, la roue du tour à polir peut les enlever et les faire disparaître entièrement; ils proviennent du sable du terrage qui s'échappe des pièces supérieures pour tomber dans les pièces inférieures ; on peut les éviter en apportant du soin à l'encastage. Quelquefois le sable sautille sous la première impres-

sion de la chaleur et quitte le *porte-pièce* pour retomber dans la pièce elle-même; on retient ce sable en l'engommant avec un peu d'argile plastique.

Dans le second cas, c'est-à-dire lorsque les grains sont colorés, on peut difficilement les faire disparaître, car la place qu'ils occupaient se trouve profondément colorée; les grains sont, dans ce cas, presque toujours le résultat d'accidents de cuisson arrivés à la cazette; la fente des étuis, le frottement des fragments qui en résultent l'un contre l'autre, forment une poussière ou des éclats plus ou moins grossiers et ferrugineux dont l'inconvénient est de ternir le brillant des porcelaines. On évite ces accidents en attachant une grande importance au choix de la terre à cazette, en enduisant l'intérieur des cerces, rondeaux, etc., qui sont en regard des pièces, d'un enduit vitreux, en plaçant ce même enduit sur les cassures et fentes offertes par toute la cazetterie. On devrait ne refroidir le four que très-lentement, pour ne pas étonner par un refroidissement rapide les étuis qui doivent casser dans la cuisson subséquente.

Ondulations. — Il arrive souvent que les pièces, surtout lorsqu'elles sont plates, ne présentent pas une glaçure bien étendue. Les ondulations tiennent, soit au peu de fusibilité de la glaçure, soit au manque de feu; nous savons maintenant comment on augmente cette fusibilité. Les ondulations se présentent plus fréquemment sur la platerie que sur le creux; on doit de préférence mettre la platerie dans les places du four où la température est la plus élevée.

Ponctuage. — Nous nommerons *ponctuage* le défaut que présentent certaines poteries qui sortent du feu comme criblées de taches noires; ce défaut peut avoir la même origine que celui que nous avons fait connaître sous le nom de *taches,* soit qu'elles proviennent de la fumée, soit qu'elles soient dues à la présence du mica dans la pâte : il arrive quelquefois aussi que le ponctuage est le résultat de la décomposition dans l'intérieur de la pâte, ou sous la glaçure, de matières d'origine animale ou végétale introduites depuis la fabrication; c'est alors par le fait de la cuisson, pendant la décoration, qu'on le voit apparaître. Le ponctuage se présente encore sur la glaçure des poteries à vernis plombifères, lorsque la glaçure cuit dans une atmosphère enfumée. La colora-

tion peut même être noire; elle est causée par du plomb réduit en poussière impalpable disséminée dans la masse.

Ressuie. — Le ressuie donne à la poterie, quelle que soit la nature de sa pâte et de sa glaçure, un aspect plus ou moins mat; on peut l'attribuer soit à la minceur, soit à la dureté du vernis, soit à l'influence des matières terreuses qui regardent la pièce pendant la cuisson, soit encore à la présence dans le four d'une atmosphère réductrice.

Retirement. — Il arrive souvent que la glaçure mise uniformément sur la pièce ne se trouve pas étendue partout, après la cuisson, sous une épaisseur uniforme; des parties sont comme dénudées; les parties voisines sont d'une épaisseur double et quelquefois triple de ce qu'il conviendrait, ce qui provient du déplacement de la glaçure comme retournée sur elle-même; on donne le nom de *retirement* à ce défaut surtout fréquent dans la fabrication des faïences communes : il est alors connu sous le nom particulier d'*escoussage*. On ne peut dire exactement à quelle pratique on doit l'attribuer. Il paraît être le résultat d'un écaillage, car l'escoussage se présente, lorsqu'on les fait passer au feu de moufle après les avoir décorées de couleurs vitrifiables, sur des faïences terminées paraissant bien fabriquées. Le retirement, dans la généralité des cas où ce défaut apparaît, peut être attribué, soit à la trop grande dureté du biscuit qui ne se laisse pas *mouiller* par le vernis, soit à des poussières adhérentes au biscuit lorsqu'on a posé la glaçure, soit à des corps gras provenant des mains des ouvriers et qui en enduisaient la surface.

On évite les retirements en ne polissant pas à la corne les pièces tournassées, en brossant convenablement les biscuits, en ne les maniant qu'avec des mains très-propres.

Sucé. — Lorsqu'une poterie possède une porosité trop grande pour la fusibilité de la glaçure qu'on superpose, ou lorsque la glaçure est de beaucoup trop fusible, quel que soit l'aspect du corps de la pâte, cette glaçure est absorbée par la pâte; on dit que la glaçure est *sucée;* ce défaut peut provenir d'un excès de feu; il est assez fréquent dans les pâtes de porcelaine tendre, et lorsque la couche de vernis qui reste n'est plus assez épaisse pour donner le brillant à la poterie, la surface devient rugueuse, bulleuse même, à cause de la réaction chimique qui s'opère entre les sili-

cates alcalins terreux qui font la base de la poterie et les silicates alcalino-métalliques qui composent le vernis. Ces accidents se produisent fréquemment sous l'influence de la multiplicité des feux au moment de la décoration.

Tressaillures. — Lorsque les pâtes et les glaçures ne présentent pas un rapport convenable dans leur coefficient de dilatation, on observe une série de fentes qui se coupent en tous sens sur les glaçures et qu'on nomme *tressaillures*. Que la pâte soit perméable, les tressaillures permettront l'infiltration des graisses qui doivent empuantir la poterie; que la poterie soit imperméable, l'éclat et le brillant de la glaçure disparaîtront sous les gerçures qui se convertissent en lignes noires, absorbant par capillarité les liquides colorés au contact desquels l'usage les place journellement.

On fait naître les tressaillures pour des poteries et des glaçures de composition convenable, soit par une trop grande épaisseur de la glaçure, soit par un défaut de feu. Sous l'influence d'un feu convenable, la glaçure tressaillera, si sa fusibilité n'est pas assez grande; elle présentera le même défaut si cette fusibilité se trouve trop considérable, ou bien encore si le biscuit sur lequel on l'applique n'a pas été cuit d'une manière assez énergique. Un biscuit trop cuit conduit encore aux mêmes accidents.

Lorsque les tressaillures sont nombreuses, régulièrement disposées, elles donnent de la valeur à la pièce qui présente ce défaut et qu'on appelle *truitée*. Les porcelaines chinoises truitées sont assez estimées; les Chinois les savent produire à volonté, car ils ont réservé sur des vases truités des zones à glaçures sans défauts. Pour rendre apparents les réseaux de craquelures, on les colore en immergeant la pièce dans une décoction bouillante d'encre noire ou d'encre rouge.

Trous. — Nous avons indiqué les causes des trous dans les poteries simples; les poteries composées peuvent présenter le même défaut, car les mêmes causes peuvent agir ici : en général, on les évite avec des soins et de l'attention.

MODIFICATION DES PATES PAR LA CUISSON.

En récapitulant ce que nous venons de dire pour remonter aux causes qui déterminent les défauts que peuvent présenter les poteries

simples et les poteries composées, nous voyons qu'en éliminant les causes accidentelles qui entraînent les défauts que nous nommerons *accidents de cuisson*, nous ne devons plus enregistrer que les modifications qui résultent de l'action du feu : elles se résument dans les altérations que les pièces subissent à cause de leur plasticité primitive qui disparaît avec la cuisson, à cause de la retraite qu'elles prennent, variable avec la chaleur à laquelle elles sont soumises, à cause enfin des différences de densité que possède une même pâte à mesure qu'on la porte à des températures de plus en plus élevées. Ces densités, liées avec la nature des combinaisons nouvelles qui s'effectuent entre les éléments en présence, expliquent les proprietés nouvelles qu'acquièrent les poteries cuites. Ces observations s'appliquent évidemment aux poteries simples tout aussi bien qu'aux poteries composées dont les glaçures et les pâtes exercent l'une sur l'autre une action chimique qu'on peut mettre en doute seulement lorsque la poterie se trouve de mauvaise qualité, comme par exemple dans l'*escoussage* des faïences communes.

Plasticité. — La plasticité des pâtes paraît être proportionnelle, lorsque des causes étrangères ne viennent pas troubler l'expérience, à la longueur que peut acquérir un colombin de pâte avant de casser sous son propre poids. M. Brongniart a fait de nombreux essais qu'il ne m'est pas possible de répéter ici, et dont je donnerai les conclusions, renvoyant pour plus de détails à son *Traité des Arts céramiques*, tome I, page 249. D'après ces essais, les pâtes devraient être classées par ordre de plasticité, en partant de la plus plastique pour descendre à la moins plastique, de la manière suivante :

1°. Pâte de terre de pipe ;
2°. Pâte de faïence fine ;
3°. Pâte de sculpture de Sèvres ;
4°. Pâte de service de Sèvres ;
5°. Pâte dite chinoise de Sèvres ;
6°. Pâte de porcelaine de Saxe ;
7°. Pâte de Sèvres 1810 ;
8°. Pâte de faïence commune ;
9°. Pâte de porcelaine de Chantilly ;
10°. Pâte de porcelaine tendre anglaise ;
11°. Pâte de terre à lut de Sèvres ;

12°. Pâte de porte-pièce d'encastage;

13°. Pâte de cazette;

14°. Pâte de cerce d'encastage.

La pâte de terre de pipe, dans dix-neuf essais, s'est rompue sous une longueur moyenne de $3^{m},01$; la pâte de terre d'encastage, dans soixante-deux expériences, sous une longueur moyenne de $1^{m},07$.

M. Brongniart a fait les remarques suivantes qu'il me paraît assez difficile d'expliquer, mais qui ressortent des expériences faites par la méthode la plus comparative qu'il ait pu trouver.

« Le second essai de toutes les pâtes depuis la plus plastique jusqu'à la pâte la moins plastique, fait vingt-quatre heures après les premiers, a donné pour presque toutes ces pâtes un accroissement assez frappant de plasticité, comme si la seconde pression à la presse à colombin les eût améliorées sous ce rapport.

» On les a laissées reposer ensuite pendant vingt-deux jours, sans cependant les sécher, les laissant au contraire dans l'état d'humidité qu'elles avaient après les secondes pressées; quelques-unes d'entre elles semblent être revenues à leur premier état de plasticité : du moins elles n'en ont pas augmenté. »

Retraite. — Nous avons vu les précautions qu'il faut prendre pour que le mouvement de retrait que la pâte prend sur elle-même puisse s'effectuer sans gêne. L'étendue de ce *retrait* est variable avec la nature de la pâte, avec la température à laquelle on la soumet, avec les procédés mis en pratique pour façonner la pièce; elle varie enfin avec les formes de l'objet. C'est ici le cas de préciser l'influence que ces diverses circonstances peuvent exercer sur l'étendue de la *retraite;* mesurée depuis la dimension du modèle ou du dessin, elle varie de 2 à 20 pour 100 sur les dimensions linéaires.

On peut distinguer, dans toute l'étendue de cette retraite, trois temps bien distincts.

1°. Depuis la sortie du moule, ou depuis l'ébauchage sur le tour, lorsque la pâte est encore molle, jusqu'après complète dessiccation à l'air libre;

2°. Depuis la dessiccation à l'air libre jusqu'à la cuisson de la poterie, sans atteindre la température de ramollissement de la pâte;

3°. Enfin depuis la cuisson du biscuit jusqu'à la cuisson com-

plète de la poterie. On mesure ordinairement la retraite depuis la dessiccation à l'air libre, quoique ce soit d'après le modèle ou le dessin que le potier doit faire les objets dont les dimensions lui sont données.

On doit à M. Brongniart de nombreuses recherches sur la manière dont s'effectue la retraite, et sur la valeur de ces retraites pour des pâtes de composition donnée placées dans des conditions déterminées de température et de procédé de façonnage. Il ne nous est pas possible de donner ici le résultat de toutes ces expériences, pour lesquelles je crois devoir renvoyer au *Traité des Arts céramiques,* tome I, page 263. Je me borne à présenter ici un résumé des conclusions tirées par M. Brongniart de ses savantes recherches.

Les pâtes plastiques et les pâtes fusibles sont, en général, celles qui prennent le plus de retraite.

Le maximum de retraite pour les pâtes infusibles paraît coïncider avec l'expulsion de l'eau; la retraite semble devenir ainsi le résultat de la déshydratation de la partie *argileuse* de la pâte: elle s'élève jusqu'à 25 pour 100.

Les pâtes fusibles doivent leur retraite en partie au dégagement de l'eau, mais surtout, lorsqu'elles ne sont pas plastiques, au rapprochement moléculaire qui résulte du commencement de fusion qu'on remarque dans ces pâtes; cette retraite varie de 10 à 15 pour 100. Une température de 40 degrés du pyromètre de Wedgwood semble suffisante pour faire prendre aux poteries qui ne se ramollissent pas leur maximum de retraite; mais la retraite devient sensible lorsque ces poteries sont soumises à des températures capables de les ramollir.

Densité. — La diminution des dimensions linéaires dans les poteries soumises au feu pour leur donner les qualités que le commerce réclame, conduit à penser que la densité de ces produits, variable évidemment d'une classe à l'autre, doit augmenter à mesure que la température à laquelle on l'a soumise devient plus élevée. L'expérience a prouvé que le contraire avait lieu. Ces résultats, auxquels sont arrivés MM. Laurent et Malaguti, ceux que j'ai consignés moi-même il y a dix ans, mettent hors de doute que la densité varie en raison inverse de la température de cuisson, toutefois non proportionnellement.

En opérant sur des poudres et sur des fragments, on a pu calculer les densités qui sont réunies dans le tableau suivant :

DÉSIGNATION DES MATIÈRES.	DENSITÉ PRISE	
	sur les poudres.	sur les fragments.
Briques de Sarcelles	2,271	2,687
Briques de Provins dures, très-cuites	2,577	2,600
Poterie étrusque	2,718	2,183
Faïence Bernard Palissy	2,628	2,363
Faïence fine de Creil	2,482	2,226
Grès cérame de Flandre	2,567	2,445
Porcelaine de Saxe	2,569	2,508
Porcelaine de Sèvres	2,242	2,314
Dégourdi de Sèvres	2,619	2,169
Porcelaine tendre de Sèvres	2,873	2,525

Nous ferons ressortir ce fait, que la porcelaine de Sèvres, dont la poudre en dégourdi possède une densité représentée par 2,619, n'a plus, lorsqu'on la cuit à moitié, qu'une densité de 2,440 ; lorsqu'elle est cuite complétement, c'est-à-dire vers 140 ou 150 degrés du pyromètre de Wedgwood, sa densité n'est plus que 2,242.

Cette diminution paraît résulter des combinaisons qui se font entre les éléments mis en présence. Ces résultats, obtenus en France, ont été confirmés en Allemagne par un habile expérimentateur.

Pour vérifier et étudier le fait inattendu de la diminution du poids spécifique de la porcelaine soumise à des températures de plus en plus élevées, M. G. Rose a fait une série d'expériences qui consignent quelques données utiles à connaître relatives à la porcelaine dure de Berlin.

Le dégourdi de cette porcelaine a pour densité 2,613. Par une cuisson complète, le poids spécifique peut descendre jusqu'à 2,452, en opérant sur les poudres; la densité d'un fragment brut, dont la poudre avait donné ce dernier nombre, n'était que de 2,345.

Le fait annoncé par M. Laurent dès 1832, contrôlé plus tard

par M. Malaguti, et vérifié par moi vers 1842, est donc un fait acquis à la science. Pour en donner l'explication, M. G. Rose a fait plusieurs expériences qu'il a publiées en 1846; il en résulte :

1°. Que le dégourdi de la porcelaine de Berlin ne perd pas de son poids par sa transformation en biscuit; M. Brongniart avait constaté le même fait sur la porcelaine de Sèvres : il n'intervient donc dans la composition centésimale aucune modification ;

2°. Que la diminution de la densité peut être attribuée, non pas à la diminution de la densité des éléments qui composent la pâte à porcelaine, mais à une combinaison nouvelle qui se produit entre le kaolin et le feldspath transformés de la sorte en une masse homogène d'un silicate multiple.

Dans son cours de chimie appliqué aux arts, fait en 1841 à l'École centrale des Arts et Manufactures, M. Dumas avait déjà donné cette explication.

M. G. Rose appuie son opinion sur ce que la densité de la porcelaine cuite ne répond pas à celle calculée sur les poids spécifiques des éléments qui composent la pâte cuite au grand feu. Il a déterminé, par expérience, que le feldspath, quand il a subi la température du four à porcelaine, prend une densité de 2,384, et que le kaolin a, dans les mêmes circonstances, un poids spécifique de 2,563. La densité du feldspath cristallisé est égale à 2,592, et celle du kaolin rougi pour lui enlever son eau 2,633. M. Rose établit la densité calculée en supposant, d'après M. Frick, que la composition de la porcelaine de Berlin admet en mélange 76 kilogrammes de kaolin pour 24 de feldspath.

On ne mêle pas de quartz, parce que le kaolin qui provient de la mine de Morl, près Hall, et qui dérive d'un porphyre décomposé, retient malgré le lavage beaucoup plus de silice que les kaolins ayant leur origine dans l'altération du granite. L'élément fusible de la pâte est le feldspath commun retiré du granite qu'on extrait dans le pays de Hirschberg, en Silésie.

Dans son Mémoire, M. G. Rose fait observer la différence qui existe entre le poids spécifique de la porcelaine de Berlin et celui de la porcelaine de Sèvres; il l'attribue à la présence de la chaux dans cette dernière.

La diminution de la densité de la porcelaine en biscuit avec la température à laquelle on l'a soumise me paraît être un fait com-

plexe, qui peut être rapproché des résultats obtenus par plusieurs observateurs sur la diminution de la densité dans les roches fondues. Ces recherches, datant de diverses époques, sont toujours postérieures à celles de M. Brongniart. On doit à MM. Magnus, Bishop (juillet 1841), Ch. Deville (mai 1845), Abich, Delesse, des déterminations très-précises sur les densités des roches cristallines, des minéraux et des verres qui en dérivent.

J'ai disposé dans le tableau qui suit, et d'une manière synoptique, quelques-unes des densités trouvées par M. Ch. Deville sur les roches fusibles, et par MM. Chevandier et Wertheim sur les verres.

Densités des roches.

DÉSIGNATION DES MATIÈRES.	DENSITÉ DE LA MATIÈRE	
	naturelle.	fondue.
Lave vitreuse du pic de Ténériffe	2,5700	2,4642
Trachyte rose de Chahorra	2,7274	2,6171
Trachyte de los Mayorquines	2,9455	2,8360
Basalte de Fogo (îles du cap Vert)	2,9714	2,8787
Granite d'Andoux	2,6225	2,3603
Ponce du pic de Ténériffe	2,4770	2,4556
Labrador	2,6894	2,5255
Orthose de Saint-Gothard	2,5610	2,3512
Amphibole d'Oran	3,2159	2,8256
Pyroxène de la Guadeloupe	3,2667	2,8035
Péridot de Fogo	3,3813	2,8571

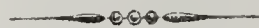
MM. Chevandier et Wertheim ont, postérieurement (juin 1845), constaté les différences que le recuit amène dans la densité des différentes espèces de verre. Ces densités paraissent dépendre de la composition de la matière vitreuse. J'ai fait l'analyse de quelques-uns des échantillons sur lesquels ces expérimentateurs ont fait leurs essais; il en résulte que la pesanteur spécifique augmente avec la teneur en silice; elle diminue avec la quantité de chaux.

Le tableau qui suit met en évidence l'augmentation de la den-

sité dans les verres à vitre et dans les glaces par l'effet du recuit. (WERTHEIM et CHEVANDIER.)

Densités de diverses sortes de verres.

DÉSIGNATION DES VERRES.	DENSITÉ DE LA MATIÈRE avant le recuit.	DENSITÉ DE LA MATIÈRE après le recuit
Verre à vitre étiré	2,5190	2,5240
	2,5130	2,5230
	2,5180	2,5230
Verre à glace étiré	2,4520	2,4670
	2,4630	2,4650
	2,4470	2,4720
	"	2,4650



VINGTIÈME LEÇON.

SYNTHÈSE CÉRAMIQUE.

Briques, tuiles, carreaux. — Briques communes, briques réfractaires; fabrication, façonnage à la main, par des machines; cuisson. — Fours. — Cuisson au bois, à la tourbe, à la houille. — Qualités des briques. — Moyen d'essai. — Fabrication des tuiles, des carreaux, des tuyaux, des drains, des cornues, des formes à sucre. — Plastique. — Des objets destinés à divers usages.

COMPOSITIONS ET FABRICATIONS SPÉCIALES.

Nous venons de voir les procédés généraux à l'aide desquels on fabrique les poteries; nous ne croyons pouvoir entrer dans de plus grands détails sur les diverses méthodes que nous avons vu mettre en pratique, notre but étant de généraliser les opérations fondamentales qu'on retrouve dans toutes les fabrications céramiques, dans la poterie commune comme dans la fabrication la plus avancée.

Dans les arts céramiques, un grand nombre des modifications apportées aux procédés employés à certaines fabrications spéciales ont été, sont ou seront, sans doute avec avantage, transportées dans des fabrications de même ordre, mais moins avancées. Nous avons donc cru devoir présenter les principes qui dominent l'industrie dans sa plus grande étendue; nous donnerons maintenant avec quelques détails les compositions élémentaires des diverses poteries et les proportions dans lesquelles il convient de mélanger les divers matériaux qu'on croit pouvoir employer à leur fabrication.

Nous ferons de la même manière l'examen synthétique des glaçures, qui transforment la fabrication des poteries simples en celle des poteries composées.

Nous compléterons cette étude par un aperçu succinct des procédes employés à la confection de chacune des diverses classes de poteries. Nous résumerons ainsi celles des méthodes qui, dans

l'état actuel de l'industrie, sont appliquées de préférence, à cause du prix de revient et de la composition des pâtes, à chacune des diverses sortes de produits que nous avons cru pouvoir distinguer et que nous avons présentées en détail dans les tableaux de la treizième Leçon.

Mais il est un genre de produits céramiques qui, en raison de la simplicité de leur forme, de la quantité considérable qu'on en fabrique, en raison enfin de l'application des moyens mécaniques qui a été faite à leur confection, mérite d'être traitée tout à fait à part : ce sont les briques, les tuiles, les carreaux, les tuyaux, etc.

L'étude de leur fabrication précédera celle des autres produits céramiques; elle est, sans contredit, parmi les fabrications grossières, celle qui fut, depuis qu'on a proposé l'emploi de ces matériaux, le but des recherches les plus suivies.

BRIQUES, CARREAUX, ETC.

Les briques sont les premiers matériaux artificiels de construction employés par les hommes, lorsqu'ils ont bâti leurs habitations dans les terrains d'atterrissement dépourvus généralement de pierres propres aux constructions.

Les premières briques n'étaient pas cuites; mais comme, dans cet état, elles ne convenaient guère que dans des climats plus chauds et moins pluvieux que l'Europe centrale et septentrionale, on les a généralement rendues plus consistantes et plus dures en les faisant cuire. On remarquera sans doute qu'il est assez singulier que les briques, fabriquées en grande quantité dans les siècles les plus reculés, n'aient été que très-tardivement introduites chez des peuples qui maintenant en font un si grand emploi.

Le docteur Smollett affirme que ce fut dans le IXe siècle que l'art de faire des briques a pénétré dans le Royaume-Uni; Aikin assure qu'il ne devint général que vers le XIVe siècle, époque à laquelle ces mêmes matériaux de construction furent employés en Toscane et dans d'autres parties de l'Italie.

Les briques sont des matériaux de construction en terre cuite, ayant en général la forme de parallélipipèdes. On peut immédiatement les distinguer en plusieurs catégories, suivant leur destination.

Briques communes. — Les unes, destinées aux constructions

ordinaires, se fabriquent en quantité considérable; dans certains pays, elles se font avec des argiles plus ou moins sableuses, et des marnes argileuses, calcaires ou limoneuses.

Les embouchures des grands fleuves fournissent abondamment des terres à briques, et cette considération a permis l'agglomération des sociétés dans de grandes villes, sur les rives de plusieurs grands fleuves dépourvus de matériaux solides de construction. Les terres à briques communes varient, du reste, avec les localités; lorsque les pâtes sont trop plastiques et qu'elles sont sujettes, par conséquent, à se déformer et à se fendre, on les dégraisse avec du sable ou des marnes calcaires. Lorsqu'au contraire la pâte n'a pas assez de liant, on ajoute de la marne ou du calcaire, rarement de l'argile plastique, dont la valeur serait trop élevée pour des produits communs vendus à bas prix.

Lorsqu'on n'a pas d'économie à faire sur le combustible, on ajoute, comme en Angleterre par exemple, assez de chaux dans les pâtes, soit à l'état de marne calcaire, soit à l'état de craie, pour augmenter la fusibilité; on cuit jusqu'au moment où la brique reçoit un commencement de vitrification. On ajoute encore à la pâte une certaine proportion d'escarbilles ou de mâchefer, qui agissent comme matières antiplastiques et comme matières conductrices, régularisant, pendant la cuisson, la température dans toute la capacité du four. Ces briques sont alors noires, compactes, sonores; elles résistent bien plus que les autres à l'action des agents atmosphériques. Ces mélanges sont assez facilement fusibles.

Les briques qui résultent du travail de ces terres ne sont plus friables; mais elles doivent toujours avoir une structure homogène, afin de se laisser tailler avec facilité d'un seul coup de hachette.

Briques réfractaires. — Lorsque les briques sont destinées à la construction des fours qui doivent résister à des températures très-élevées, il faut qu'elles réunissent aux conditions que nous venons d'indiquer, celle de résister à la chaleur; évidemment il y a de nombreuses variétés de briques réfractaires.

Les briques de premier choix sont faites avec des argiles plastiques très-réfractaires, dégraissées par des additions d'un ou deux volumes de ciment de terre réfractaire finement broyé; les argiles sont lavées.

Pour celles qui ne sont que demi-réfractaires, on dégraisse l'argile par des sables dont le prix est bien moins élevé que celui des ciments broyés.

Fabrication des briques. — Lorsqu'il est possible de faire autrement, on n'emploie jamais la terre à brique après son extraction. Presque partout on tire la terre des carrières au commencement de l'automne, on l'étend en mottes sur le sol de l'usine pendant tout l'hiver, et ce n'est qu'au mois d'avril, après qu'elle est restée pendant près de six mois exposée successivement à la gelée, à la pluie, au soleil, qu'on la détrempe pour la marcher. Le pétrissage s'opère souvent soit avec des cylindres qui passent sur le mélange, soit au moyen de laminoirs, soit enfin dans la tine à malaxer.

Pendant le travail, on élimine les fragments de craie ou de pyrite qui se rencontrent souvent dans les argiles plastiques et les marnes inférieures à la craie. Le lavage qui permet cette séparation est trop coûteux pour pouvoir être pratiqué dans la fabrication des briques communes. On se borne généralement à concasser la terre avant de la passer à la claie.

Lorsqu'on a préparé les matières qui doivent, par leur ensemble, composer une pâte de qualité convenable, on procède au mélange de ces matériaux. On étend, à cet effet, les matières à mélanger par couches assez minces sur une aire bien plane, on les remue avec une pelle, puis on les jette en les mêlant dans une sorte de gâchoir pour les délayer. On fait le mélange à consistance dans une tine à malaxer. Tantôt la tine ne présente qu'une ouverture à la partie inférieure pour le dégagement de la terre malaxée, tantôt elle en présente plusieurs fournissant chacune au mouleur, dont la table est à proximité, la terre dont il fait immédiatement l'emploi.

Façonnage des briques. — Quelle que soit leur forme, les briques se façonnent soit à la main, soit par des moyens mécaniques.

Façonnage à la main. — Ce mode de façonnage exige l'emploi de moules ordinairement en bois (*fig.* 390), quelquefois doublés en métal. Deux bandes de bois A réunies par deux traverses B forment l'espace qui doit donner la brique; leurs dimensions déterminent celles de la brique, mais elles sont toujours un peu supérieures, à cause du retrait qu'éprouve la terre par la dessiccation

et la cuisson ultérieures. Suivant la forme du moule, on obtient des briques ordinaires, à coins, à couteaux, etc. Quelquefois on donne aux moules assez de longueur pour qu'on puisse y mouler deux briques à la fois, qui se trouvent alors séparées par une traverse en bois. Cette disposition est surtout appliquée au façonnage des carreaux (*fig.* 391).

Fig. 390.

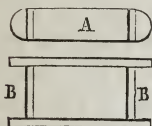


Fig. 391.

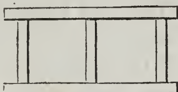
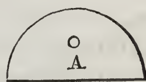


Fig. 392.



L'ouvrier mouleur sable les moules et les place sur une table dont la surface est également recouverte de sable, afin que la pâte argileuse et plastique ne s'y attache pas; il remplit chaque moule d'une masse de terre à briques, l'y comprime, enlève l'excédant à la main, et unit la surface supérieure avec une sorte de râcloir en bois A qui porte le nom de *plane* (*fig.* 392). Quand la brique ou les deux briques sont faites, un apprenti les transporte avec le moule sur l'aire de la briqueterie, dont le sol est convenablement sablé; il tient le moule de champ, afin que les briques ne glissent pas, et pour les faire sortir du moule, il les retourne et les pose à plat, en rangs bien alignés, pour ne pas perdre de place : l'aire est bien dressée par un battage répété.

D'autres fois, c'est l'ouvrier mouleur qui démoule lui-même la brique sur une planche sablée qui sert à la porter sur l'aire.

Aux environs de Paris, une compagnie de briquetiers se compose de quatre ouvriers : l'un pour mêler, marcher et préparer la terre; deux mouleurs, dont l'un se détache de temps en temps pour aller chercher la terre préparée, et un garçon pour démouler les briques et les placer sur l'aire. Cette compagnie fait, en moyenne, sept mille briques ordinaires par douze heures de travail effectif.

Quand les briques commencent à se raffermir, on les relève sur champ dans la même place où elles étaient à plat; puis, quand elles ont pris assez de consistance pour pouvoir être transportées sans déformation, on les pare, c'est-à-dire qu'on enlève avec un couteau les bavures du moule; on les met sur un banc, puis on les

rebat sur toutes les faces avec la batte (*fig.* 393); enfin on les *met en haie* pour qu'elles finissent de sécher entièrement, c'est-à-dire qu'on les place les unes sur les autres, de manière à en former une espèce de muraille à claire-voie formée de quatre rangées de briques A, B, C, D. La plus haute rangée est de dix-sept briques, et la dernière de quatorze (*fig.* 394). Lorsqu'on le peut, on fait raffermir les briques à l'abri sous de grands hangars couverts; dans le cas contraire, on les garantit de la pluie ou d'une dessiccation trop prompte avec des abris mobiles formés de claies et de paillassons EF.

Fig. 393.

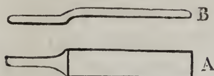
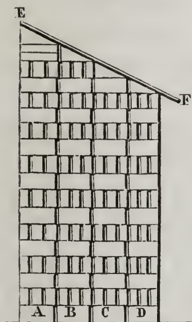


Fig. 394.

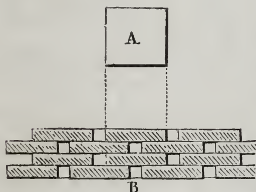


Lorsqu'on fabrique des carreaux, on les place en haie à plat, comme l'indique la *fig.* 395.

L'aire sur laquelle on étend les briques doit être rebattue et séchée, lorsqu'elle est humide par suite de la dessiccation des produits qu'elle a reçus.

Le façonnage à la main des briques, tuiles, carreaux, ne pouvait être que difficilement amélioré, lorsque l'on songe que deux mouleurs peuvent faire sept mille briques en un jour de douze heures de travail. On conçoit qu'une grande partie des bénéfices que cette industrie peut procurer dépende principalement de la vigueur, de l'habileté, de la promptitude de l'ouvrier.

Fig. 395.



Façonnage à la mécanique. — Depuis qu'il fut démontré par expérience qu'on pouvait appliquer à la fabrication des briques, des carreaux, etc., avec de grands avantages, dans les localités où la consommation de ces divers matériaux est importante, les moyens mécaniques pour remplacer, en tout ou en partie, le travail manuel, on s'est beaucoup occupé de l'application de la mécanique au façonnage de ces produits.

Le façonnage à la mécanique a séduit bien du monde, et si tour à tour tant de mécaniciens et de manufacturiers intelligents

se sont occupés de cette question, en variant les outils et les procédés, c'est qu'on a peut-être trop cherché dans le mécanisme en lui-même, dans le procédé mis en usage, la cause de l'existence précaire de la plupart des briqueteries mécaniques.

Les premières machines remplissant les conditions qu'on en attendait furent celles de Hattenberg, conseiller de l'Empereur de Russie, et celle de Kinsley, des États-Unis d'Amérique, employée en France par M. Molard; la première était en activité, vers 1807, à Saint-Pétersbourg. Depuis cette époque, en Angleterre, surtout dans ces derniers temps, on a beaucoup fait varier les principes et les modes d'action des diverses machines applicables à ce genre de fabrication.

J'ai fait, il y a quinze ans, sur la demande de M. Brongniart, un travail sur ce sujet. Je transcris ici, presque sans modification, les réflexions auxquelles, dès cette époque, j'avais été conduit par la lecture des documents les plus nombreux. Bien que les mécanismes proposés aient augmenté considérablement, bien que les détails techniques des machines aient été changés, les conclusions que je déduisais alors de mes études ne sauraient être modifiées. (*Traité des Arts céramiques*, 2e édition, tome Ier, page 324.)

« Nous avons dit que quatre ouvriers, un marcheur, deux mouleurs et le petit porteur pouvaient faire en un jour sept mille briques de qualité courante; n'en supposons que six mille, à la condition qu'elles soient bien faites. Il est difficile que telle machine qu'on voudra, fît-elle cinq fois plus de briques dans le même temps, n'égale pas les frais qu'entraîneraient les vingt ouvriers supposés, et même qu'elle ne les surpasse pas bientôt; pour produire, dans le même temps, une si grande quantité de briques, ne faut-il pas, en effet, compter le prix considérable d'une machine qui fait tout, et, par conséquent, l'intérêt de ce capital, son entretien annuel, les réparations considérables qu'elle exige de temps à autre, les inconvénients qui résultent de son chômage, les ouvriers nécessaires pour la conduire, enfin le moteur puissant qui doit lui faire faire toutes ses opérations? »

Les conditions d'une grande économie pour le moulage à la main se réalisent assurément aujourd'hui que le marchage des terres est fait par des tines mues par un manége et que le même cheval peut faire facilement la pâte pour alimenter trois tables de mouleurs;

mais « les briques, à moins qu'elles ne se fabriquent dans un port de mer, sur les bords d'un cours d'eau navigable ou d'un canal, ne peuvent être transportées fort loin sans que les frais du transport ne viennent augmenter leur prix au delà des limites admissibles. Le voisinage à 3 ou 5 myriamètres est le seul rayon qu'elles puissent parcourir par les voies de transport ordinaires dans les pays les plus favorisés.

» Et d'ailleurs, une machine bien faite et bien complète doit, pour payer les frais d'établissement, d'entretien, fabriquer considérablement, et alors il faut une immense exploitation de terre, des aires ou hangars très-étendus pour mettre en séchage, à l'abri de la pluie, ces innombrables produits. Or, en supposant qu'elle ait surmonté tous ces embarras, alors elle aura tant produit, qu'elle verra bientôt encombrés tous ses canaux d'écoulement; le chômage, devenu nécessaire, amènera certainement toutes les pertes qu'il entraîne à sa suite.

» Il faut donc une réunion bien rare de circonstances favorables pour qu'une briqueterie fondée sur l'emploi d'une grande et bonne machine, applicable en même temps à la fabrication des tuiles et des carreaux, soutienne la concurrence d'un briquetier qui, sans presque aucune dépense, avec sa femme et ses enfants, avec le secours de quelques ouvriers ambulants qui viennent lui offrir leurs bras dans un temps convenable, peut faire, dans la saison, près de deux millions de briques.

» Ces considérations expliquent le petit nombre des briqueteries à la mécanique qui ont pu prolonger leur existence au delà des années de l'emploi des fonds d'établissement. Néanmoins, l'agglomération d'usines nouvelles dans un pays qui n'aurait pas de telles briqueteries, une ouverture particulière d'écoulement dans un port de mer, par des routes ou des canaux nouvellement établis, enfin des constructions immenses en briques près d'une ville où la main-d'œuvre est chère, telles sont les circonstances favorables qui peuvent donner à une machine bien faite et bien établie une supériorité réelle et durable sur la fabrication à la main; mais le succès, en général, nous paraît indépendant des principes sur lesquels est basé le mode d'agir de la machine. » (BRONGNIART.)

N'oublions pas aussi qu'on a vu périr beaucoup d'établissements, et de ceux auxquels une prospérité prolongée paraissait acquise,

soit par suite de désordre, soit par un manque de ce que j'appellerai « sens industriel ».

Ces motifs doivent engager à la plus grande réserve dans l'appréciation des mécanismes proposés pour la fabrication des briques, tuiles, carreaux, etc., et c'est en partant de cette idée que nous avons été conduits à classer, M. Ebelmen et moi, sous forme de documents rangés par ordre de date, à la suite du Rapport officiel sur l'Exposition universelle de Londres, tous les renseignements dont nous avons eu connaissance sur les machines à briques.

Nous ne parlerons ici que des principales dispositions de ces machines, toutes les autres étant mentionnées dans les documents que nous venons de citer et qu'on pourra consulter au besoin.

Parmi les procédés mécaniques employés à la fabrication des briques, des tuiles, des carreaux, les uns se bornent à battre fortement la terre, les autres à mouler les briques par une puissante pression, d'autres à exécuter les opérations du façonnage, depuis le mélange et le malaxage des pâtes jusqu'au transport des briques sur l'aire de séchage; les uns, simples projets brevetés, n'ont pas reçu d'application; les autres, mis en pratique, furent bientôt abandonnés, après trois ou quatre ans d'exercice, pour des motifs que nous ne pouvons apprécier avec toute la certitude voulue : nous nous bornerons donc à la classification de ces diverses machines, telle que la donne le portefeuille industriel du Conservatoire.

D'après le principe fondamental sur lequel repose leur construction et leur effet, nous admettrons qu'en dernière analyse, on a proposé de faire mécaniquement les briques, tuiles, carreaux, etc. :

1°. Par des machines imitant le travail à la main;

2°. Par des machines opérant le moulage au moyen d'un mouvement de rotation continu;

3°. Par des machines faisant le moulage avec un moule qui découpe;

4°. Par des machines qui font le moulage au moyen d'une filière et qui découpent ensuite, soit avec un couteau, soit avec un fil.

1°. Les machines imitant le moulage à la main se composent d'un cadre en fonte qui sert de moule, animé d'un mouvement continu de va-et-vient. Des combinaisons mécaniques plus ou moins ingénieuses satisfont à cette condition. Dans la première partie de sa course, le moule se remplit en passant sous une trémie qui con-

tient la terre; dans la seconde partie, il passe sous une pièce qui exerce la pression nécessaire; dans la troisième partie, il déborde la plaque de fond pour arriver sous un poussoir qui démoule : l'opération se renouvelle et se répète indéfiniment.

Nous citerons parmi les machines de cette espèce celle de M. Carville, d'Issy près Paris, que nous ferons connaître comme exemple.

2°. Les machines qui font le moulage par un mouvement de rotation continu ont un mode d'action tout à fait analogue à celui des précédentes; seulement, au lieu d'un moule, on en emploie plusieurs disposés, tantôt sur un plateau circulaire tournant autour d'un axe vertical, tantôt sur la face d'un cylindre tournant autour d'un axe horizontal. Quelquefois, un lourd rouleau de fonte commence la compression, qui s'achève lorsque les moules remplis de terre passent entre deux plaques de tôle qui ne sont pas tout à fait parallèles.

Le démoulage s'exécute immédiatement après la compression, à l'aide d'un refouloir qui agit de haut en bas, et dont le mouvement doit coïncider exactement avec le passage des moules au-dessous de lui.

Les briques sont reçues, aussitôt après leur démoulage, sur des planchettes, conduites par des plans inclinés formant une bande sans fin, dont l'axe est perpendiculaire à celui de la machine; les briques sont amenées jusque sur la brouette de l'ouvrier qui les porte au séchoir.

Des appendices, dont il sera facile de se faire une idée, d'après ce que nous dirons de la machine de M. Carville, saupoudrent de sable les surfaces métalliques des parties de la machine qui compriment et moulent les briques. La chaîne sans fin chargée des moules vidés par le démoulage, en passant pour revenir prendre d'autre terre à briques, traverse une auge remplie d'eau; un balai de bouleau, placé dans cette auge, nettoie toutes les parties des moules sur lesquelles l'argile des briques aurait pu rester adhérente.

Lorsqu'on se sert des plateaux tournants, c'est, en général, par des systèmes de leviers ou de plans inclinés que la brique est démoulée.

Lorsqu'on se sert de cylindres, les moules ont un fond muni d'une queue, qu'un mécanisme particulier repousse pour chasser

la brique hors du moule, lorsqu'elle arrive au point le plus bas de sa course.

3°. Dans les machines faisant le moulage avec un moule qui découpe, la terre doit être façonnée préalablement en croûte d'une épaisseur convenable qu'on prépare par différents moyen ; le moule tombe sur cette croûte avec une pression suffisante pour agir comme emporte-pièce.

On remarquera qu'on peut se servir avec avantage de ce système pour exécuter, par pression, divers ornements d'architecture.

4°. Les machines qui font le moulage par une filière sont, en général, composées soit d'un piston qui pousse la terre par petites portions, la presse et l'oblige à se mouler en passant par le trou de la filière, soit d'un piston qui pousse la terre en bloc et la fait sortir de la filière en prismes d'une forme voulue; dans les deux cas, il faut soit un couteau, soit un fil de laiton pour couper les briques d'épaisseur et l'une après l'autre.

C'est sur ce même principe qu'ont été construites les machines à faire les tuyaux, dont nous nous occuperons plus loin, et qui servent actuellement à la fabrication des tuyaux de drainage.

Une machine bien établie, celle de M. Terrasson-Fougères, du Theil (Ardèche), 1831, se rapporte à ce quatrième système, quoiqu'elle ne rentre complétement dans aucune des catégories précédentes; elle fait le moulage sans moule et découpe dix, vingt, trente ou même quarante briques à la fois, sans couteau ni emporte-pièce. Nous la décrirons pour en faire comprendre le jeu.

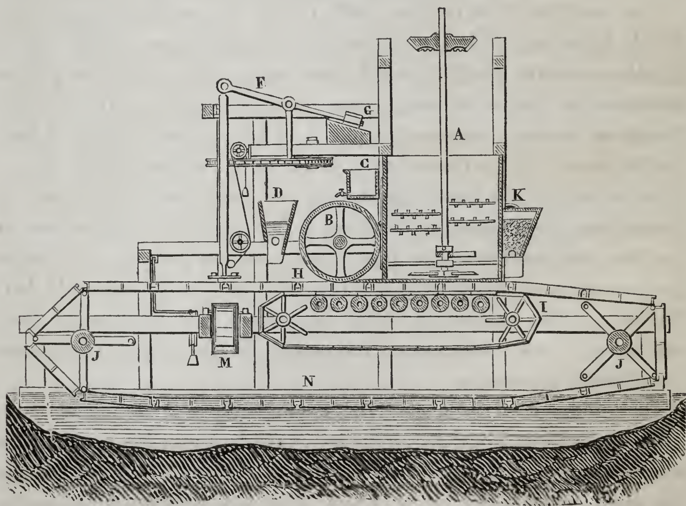
Si la fabrication des briques, par les procédés mécaniques, a donné lieu, chez nous, en France, à des méthodes nombreuses et variées, des machines plus nombreuses encore ont été construites ou proposées en Angleterre pour augmenter les bénéfices du briquetier; et là, comme ici, c'est aux causes que nous avons énumérées qu'il faut attribuer et le nombre de ces essais et l'absence de réussite prolongée.

De l'autre côté de la Manche, cependant, déjà depuis de longues années, des hommes éminents avaient ouvert les yeux sur les chances défavorables offertes par les machines à briques, même les mieux construites, et M. Aikin, dans son Rapport à la Société des Arts et Manufactures (1830 et 1832, tome XLVIII, page 494), avait dit positivement qu'en supposant seulement cinq mille bri-

ques faites à la main par un ouvrier ordinaire, l'idée de les fabriquer avec une machine compliquée, nécessitant souvent des réparations importantes, ne pourrait conduire qu'à des spéculations ruineuses, même en Angleterre, où les briques représentent la majeure partie des matériaux de construction.

La liste des patentes prises pour cet objet, que nous avons réunie, à l'occasion de notre Rapport sur l'Exposition de Londres (*Recueil des Travaux de M. Ebelmen,* tome I, page 498), à la liste des brevets pris en France, donne une preuve évidente que nos voisins d'outre-Manche ont encore poussé plus loin que nous cette fièvre de l'application de la mécanique à l'art du briquetier, et qu'ils ne paraissent pas vouloir s'arrêter sur la pente qui les entraîne. La méthode la plus perfectionnée dans ce pays, celle qui se rapproche le plus du façonnage à la main, qui, par conséquent, présente les avantages de ce mode de travail, est la machine Clayton; elle donne, avec de la terre assez sèche pour être réduite en poudre, au moyen de la batte et au moyen d'une forte compression dans des moules métalliques, des briques qui n'ont pas besoin d'être séchées, et qui peuvent être immédiatement portées au four. M. Mollerat avait fait de semblables briques vers 1819.

Fig. 396.



Nonobstant ces observations, dans certaines conditions, le moulage mécanique a ses avantages; et nous devons dire que la fabrication des briques creuses proposée par M. Collas, répandue par M. Borie, n'aurait pu prendre son développement par le façonnage à la main. Nous décrirons comme exemples les machines de MM. Carville et Terrasson-Fougères.

Dans la machine à briques établie par M. Carville (*fig.* 396), une tine à malaxer A reçoit la terre qui s'échappe sous un rouleau compresseur B; une bâche C déverse sur le rouleau un filet d'eau qui s'oppose à l'adhérence de la terre; une trémie D sable les briques avant leur passage sous le fouloir, qui joue par l'action d'un levier F et d'un contre-poids G. Les moules sont portés sur une chaîne sans fin; la chaîne I, composée de plaques de tôle, forme le fond des moules entraînés par les arbres J dans une direction constante, jusque sous le refouloir qui pousse la brique sur une série de planchettes M conduisant à l'aire de dessiccation. Une auge remplie d'eau N lave les moules; ils sont sablés à leur passage sous la trémie K, avant de recevoir la terre qui s'échappe sous le rouleau B. La *fig.* 397 est une vue de ce même système. La *fig.* 398 donne le détail de la chaîne qui forme les moules, et des

Fig. 397.

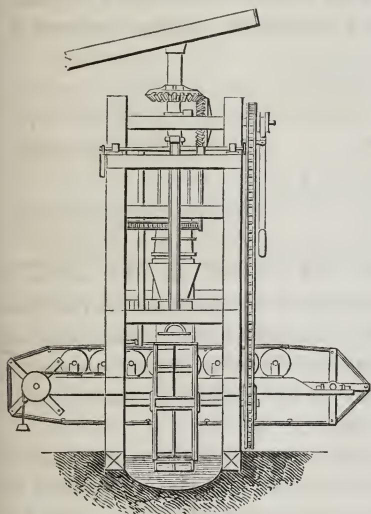
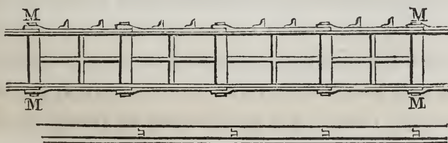


Fig. 398.

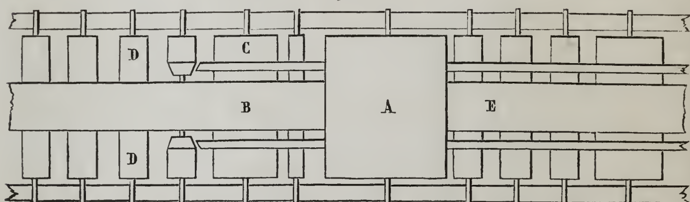


mentonnets qui mettent le refouloir en mouvement, lorsqu'il est temps de démouler.

Passons actuellement au système décrit par M. Terrasson-Fougères.

Une roue dentée se trouve placée vers l'extrémité d'un arbre vertical; engrené à la lanterne qui fait mouvoir la tine à malaxer au-dessous et à l'autre extrémité du premier arbre est un autre engrenage qui fait marcher le moule à chapelet, sur le fond duquel on place des planches E (*fig.* 399) avant la compression, et marquées B après qu'elles ont reçu l'action du rouleau lamineur A.

Fig. 399.



Le tonneau malaxeur abandonne la terre en ruban sur les planches qui font le fond du moule, et qui continuent leur course chargées d'un ruban B comprimé et débarrassé de toute bavure, au moyen de fils verticaux tendus à la sortie du rouleau A, tandis que le moule en chapelet retourne à vide.

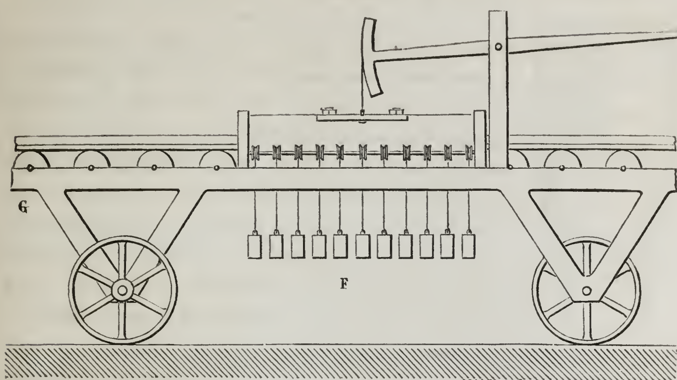
Les planches continuant leur course sur les rouleaux D, poussées par de nouvelles planches qu'un enfant met sans cesse dans le moule, arrivent au point fixe où se trouve la bascule (*fig.* 400). Un châssis sur lequel se trouvent des fils de fer tendus par des poids F, fait l'effet d'une scie qui débite le ruban en dix ou vingt briques, quand on vient à laisser retomber la bascule.

La machine arrête un instant pour ce découpage, on relève la bascule, et les briques débitées peuvent être refendues par des fils horizontaux, si l'épaisseur du ruban est celle de deux briques ordinaires. Chaque planche peut alors se trouver chargée de plusieurs étages de briques placées les unes sur les autres. Le bâti G peut être porté par six roues, qui permettent le transport facile de la mechine sur tous les points de la briqueterie.

Le cylindre A, qui fait laminoir, est sablé, pour que l'argile humide s'en détache facilement.

La cuisson des briques se fait tantôt dans des fours proprement dits, tantôt en plein air, méthode appelée *in clamps* en Angleterre.

Fig. 400.



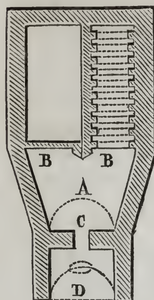
Cuisson des briques dans des fours. — Les fours à briques sont à section ordinairement carrée ou rectangulaire, et formés de murs assez épais, afin de concentrer la chaleur. Tantôt ils sont entièrement découverts; d'autres fois on les ferme dans la partie supérieure par une voûte cylindrique; elle est alors percée d'un grand nombre d'ouvreaux servant au dégagement des gaz qui par la température qu'ils possèdent déterminent le tirage.

Tantôt les voûtes qui recouvrent les grilles et qui supportent les briques à cuire forment une partie constituante du four; tantôt elles se reconstruisent en tout ou en partie, après chaque cuisson, avec des briques séchées simplement à l'air et qu'il s'agit de cuire. Ces derniers procédés sont surtout employés dans la cuisson des briques, lorsqu'on se sert de houille comme combustible. La forme n'est pas partout la même. Dans le Staffordshire on fait usage de fours circulaires; cette disposition convient surtout à la cuisson des briques réfractaires qui peuvent supporter un prix de vente plus élevé que les briques communes.

La forme des fours qu'on emploie dans les environs d'Étampes diffère de celle des précédents; la combustion qui s'exécute dans l'espace A (*fig.* 401) produit une flamme qui se divise dans deux voûtes B et B. Le combustible est introduit par l'ouverture C, et les ouvriers se tiennent en D pendant toute la durée de la cuisson.

La *fig.* 402 donne l'élévation du four et celle de la porte par laquelle on effectue le placement des briques.

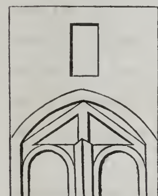
Fig. 401.



Dans les environs de Montereau, à Salins, les fours sont carrés, surmontés d'une voûte; ils peuvent contenir quatre-vingt mille briques; la cuisson dure un mois, huit jours de petit feu, qu'on nomme *fumage;* on cuit au bois; on brûle 300 francs de bois pour le fumage et 1,200 francs pour le grand feu, c'est-à-dire environ 18 francs pour mille briques.

En Italie, on accole plusieurs fours à briques les uns à côté des autres. On les dispose sous un appenti commun E pour abriter les cuiseurs. A est le laboratoire du four chauffé en B par l'orifice C; les produits de la combustion circulent dans la voûte formée par les arcadons D. On charge le four par la partie postérieure qu'on mure. La cheminée F éconduit toute la fumée. Les *fig.* 403, 404 et 405 font comprendre la disposition de ce four : l'une est une coupe longitudinale; la seconde est une vue du four par la partie postérieure; la troisième est un plan; la porte est supposée défaite.

Fig. 402.



En Prusse, on cuit diverses variétés de briques dans des fours analogues à celui représenté *fig.* 406; il y a trois étages superposés. Les laboratoires A, B, C sont chauffés successivement; un premier foyer D, dont la bouche

Fig. 403.

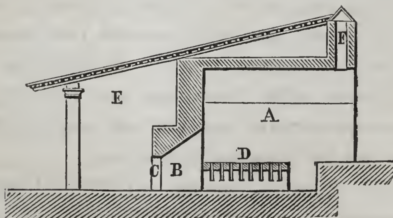
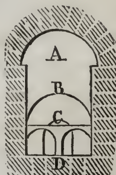


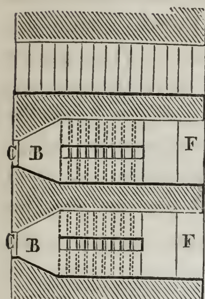
Fig. 404.



est en F, donne par la combustion une flamme longue, qu'on divise par une cloison à claire-voie. Les produits de la combustion élèvent à la température voulue les briques placées en A, et s'échappent

sur le sol du foyer E dans lequel on a laissé des ouvertures. On ferme ces dernières pour cuire l'étage supérieur. Le foyer se charge par la bouche G, et les produits de la combustion sont tamisés par la cloison I. Dans tous les cas, la cuisson est réglée par la hauteur de la cheminée N, qui diminue avec la hauteur de l'étage mis en feu. La *fig.* 407 représente une coupe du four qu'on voit, en coupe encore, à la hauteur du deuxième laboratoire sur le plan (*fig.* 408). Cette disposition offre une économie de combustibles, puisqu'on peut éviter le petit feu nécessaire à la cuisson des compartiments B et C.

Fig. 405.



La *fig.* 409 fait voir une coupe d'un four à briques cuisant au

Fig. 406.

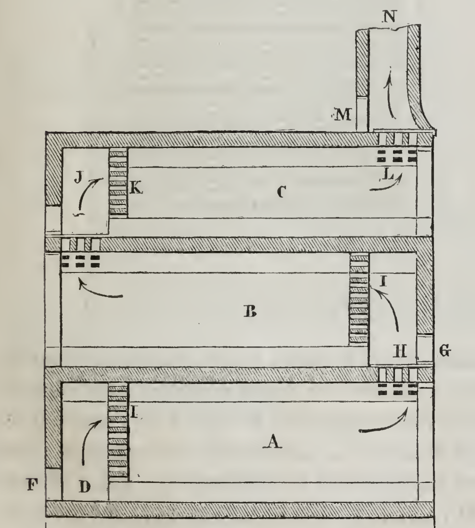
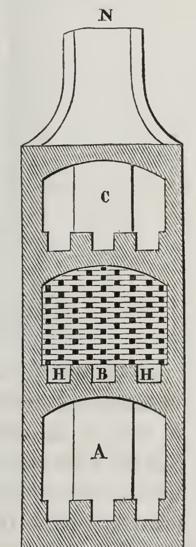


Fig. 407.

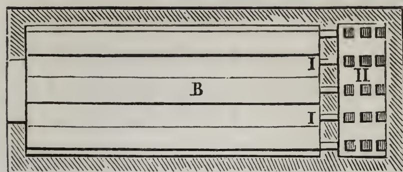


bois. La *fig*, 410 complète la description. La marchandise à cuire est placée sur une série de voûtes qui forment le foyer et qui sont assez espacées pour laisser à la flamme un libre passage.

La cuisson au bois est généralement beaucoup plus coûteuse

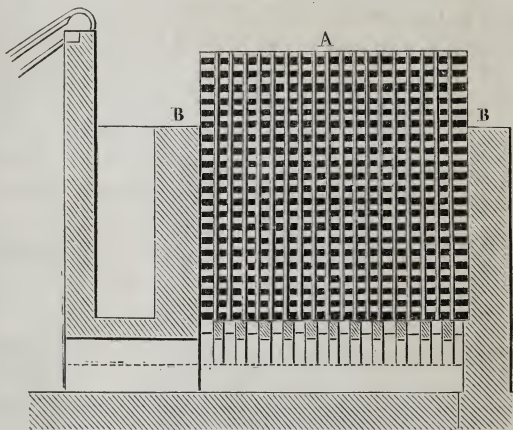
que la cuisson à la houille. Quelques chiffres vont le prouver.

Fig 408.



M. Carville cuit dans le four fermé, représenté *fig.* 411 et 412, quatre-vingt mille briques avec 160 hectolitres de houille. En calculant 80 kilogr. par hectolitre et $3^{fr}12^{c}$ pour le prix des 100 kilogrammes, on trouve que les quatre-vingt mille briques coûteraient moins de 400 francs.

Fig. 409.

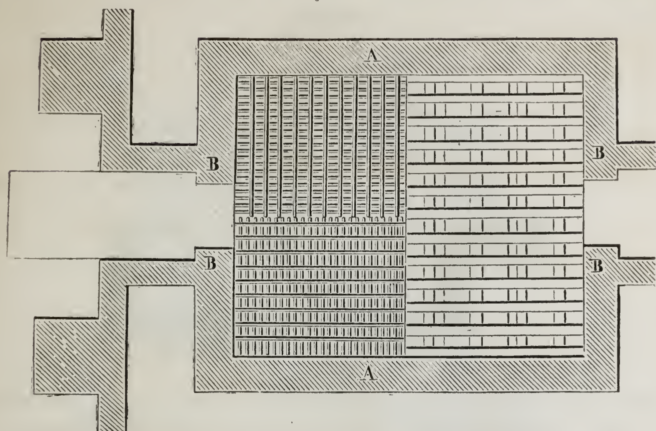


Lorsqu'on cuit dans des fours fermés à grilles chargées de houille, on donne généralement au four la forme ci-contre. La capacité du four A, limitée par des murs épais B (*fig.* 413), contient les briques disposées sur une sole C formée par des arcadons, sous lesquels circulent les produits de la combustion, qui s'effectue sur deux grilles D, D (*fig.* 415). On voit (*fig.* 414) comment les briques sont disposées dans le four.

On peut réunir à la cuisson de la brique celle de la chaux vive comme dans le four de Saint-Menge (Vosges), représenté *fig.* 416, 417 et 418. La sole du laboratoire A est formée par des voûtes en pierre calcaire qu'on cuira simultanément avec les briques.

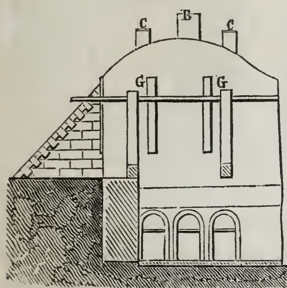
Une cheminée B détermine le tirage que les ouvertures C rendent

Fig. 410.



égal. Un massif D sépare les foyers au nombre de six; les grilles E reçoivent le combustible, ses cendres sont réunies sous des cendriers F; les murs G séparent les grilles placées d'un même côté du four. Dans un four de 4 mètres de large sur 5 de long et 3 de hauteur, on peut cuire jusqu'à 3 mètres cubes de chaux.

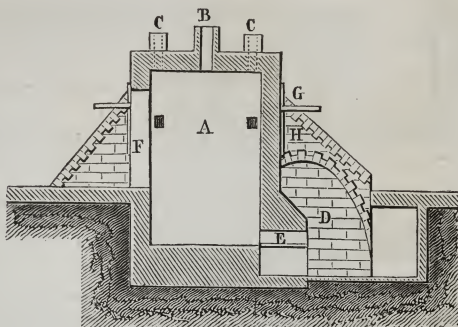
Fig. 411.



Quelle que soit la disposition du four, dès qu'il est rempli des briques à cuire, on mure la porte avant de commencer un feu très-doux pour dessécher complétement la matière, et l'empêcher de fendre; on active ensuite peu à peu le feu, jusqu'à ce que la cuisson soit complète. Si l'on poussait trop vivement le feu, les briques placées dans les assises inférieures se vitrifieraient, et même pourraient se fondre, s'il s'agissait de briques communes. L'espacement qu'on laisse entre les briques en les plaçant dans le fourneau contribue puissamment à la régularité de la cuisson, et plus il est considérable, plus l'opération marche vite et régulièrement. Cependant, à cet égard, il est des limites qu'il ne con-

vient pas de dépasser, parce que le nombre de briques qu'on peut placer dans un fourneau donné diminue avec cet écartement. Dans

Fig. 412.



un fourneau de 4 mètres de long sur $3^m,35$ à $3^m,40$ d'épaisseur, on cuit, en quarante-huit heures environ, vingt mille briques.

Fig. 413.

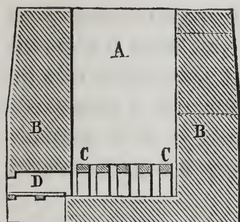


Fig. 414.

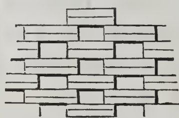
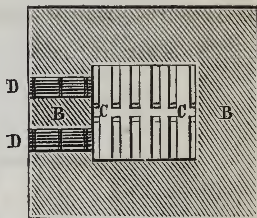


Fig. 415.

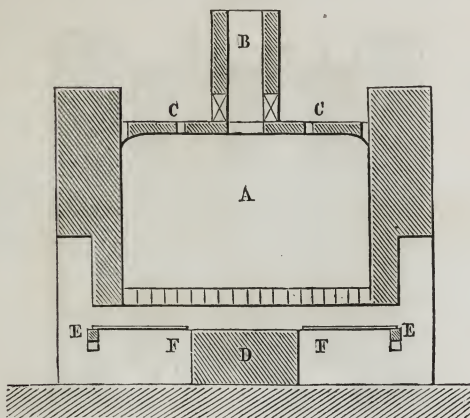


Cuisson des briques en plein air. — La cuisson des briques en plein air ou en meules occasionne une dépense en combustible plus considérable que la cuisson dans des fours, et donne des produits moins uniformes; cependant, par sa nature même, qui n'exige aucun appareil particulier, ce procédé doit être employé toutes les fois qu'on se trouve obligé de faire des briques dans un endroit où les matériaux de construction sont très-chers, et où il n'y a pas de briqueterie en permanence. Ce procédé présente des variations essentielles dans son application, suivant que l'on emploie comme combustible soit de la tourbe ou du bois, soit de la houille.

Cuisson au bois ou à la tourbe. — Lorsqu'on emploie du bois

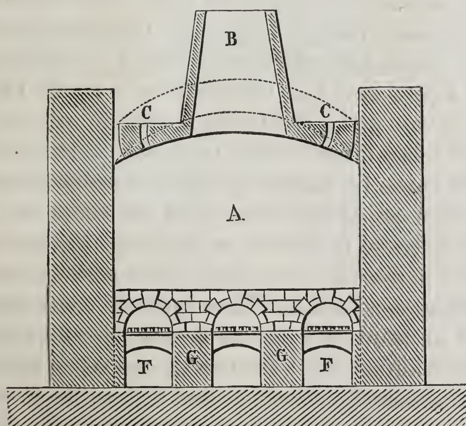
ou de la tourbe, on forme avec les briques un tas rectangulaire, tout à fait comme si la cuisson s'effectuait dans un fourneau fermé;

Fig. 416.



on ménage à la base un certain nombre de canaux dans lesquels on charge plus tard le combustible, puis on recouvre extérieure-

Fig. 417.

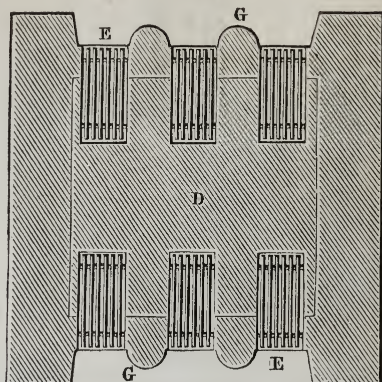


ment ces tas, sur les faces latérales, d'une légère couche de terre ou d'argile qui remplace les parois du fourneau.

Cuisson à la houille. — Lorsqu'au contraire on emploie la

houille, on donne aux canaux de chauffe, qui du reste n'ont pas de grilles, des dimensions beaucoup moindres que lorsqu'on se

Fig. 418.



sert de tourbe, parce que ces canaux ne doivent servir qu'à allumer les tas, et on les remplit de houille à mesure qu'on les ménage; on a soin d'interposer entre chaque couche de briques une couche de poussier de houille; on garnit enfin les tas, sur leur surface extérieure, d'argile ou de terre. On allume alors la houille qui se trouve dans les canaux de chauffe, et la combustion se propage petit à petit dans tout l'intérieur de la meule. On régularise l'activité du feu qu'on fait varier à volonté, soit en pratiquant des ouvreaux dans la couverte en terre, soit en bouchant ceux des assises inférieures. La chaleur se répartit très-uniformément, lorsque l'opération est conduite avec soin, et toutes les briques du tas, même celles de la surface, se trouvent complétement cuites. Ce procédé est très-usité en Angleterre et en Belgique. Très-souvent on forme ainsi des tas d'une longueur considérable; on les allume par un bout, et à mesure que la cuisson s'avance, on allonge le tas en avant en y ajoutant de nouvelles briques, tandis qu'on retire à l'arrière celles qui sont déjà cuites et refroidies.

Dans les cuissons ordinaires, on forme un massif de 90 mètres cubes de plus de quatre à cinq cent mille briques; les matériaux à cuire sont disposés en forme de pyramide dont le grand côté de la base a trois fois et demie la hauteur, et le petit côté trois fois

cette même dimension. La base du fourneau peut être faite avec des briques cuites; mais cette condition n'est pas nécessaire; elle est formée de sept assises dans lesquelles on pratique des canaux voûtés, disposés pour recevoir le bois qui doit allumer la houille; les briques sont posées les unes de champ, les autres à plat; celles de chaque nouvelle assise forment angle droit avec celles de l'assise inférieure. Les *fig.* 419, 420, 421, 422 et 423 donnent une

Fig. 419.



Fig. 420.

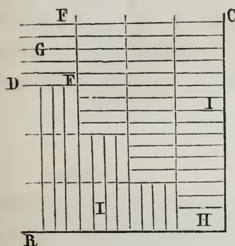
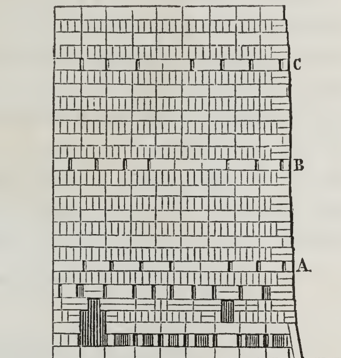


Fig. 421.



idée de la construction d'un massif. Lorsqu'on est à la septième assise, on allume le bois placé dans les foyers sans attendre que

Fig. 422.

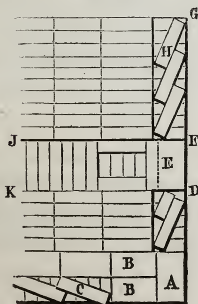
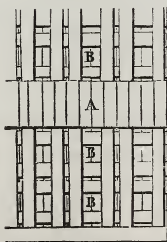


Fig. 423.

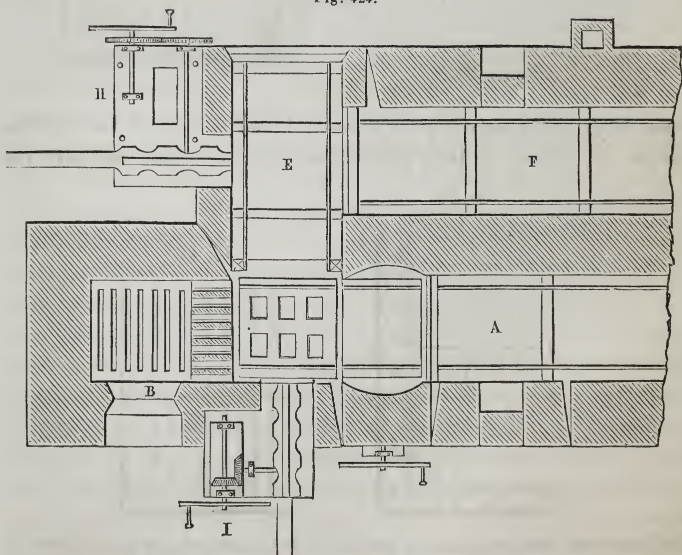


le fourneau soit terminé. A partir de ce moment, on superpose les couches de briques et de charbon en alternant une couche de houille pour trois hauteurs de briques, et lorsque la dixième as-

sise est en place, on fait avec de la terre la couverture extérieure sur les faces latérales; on met de la sorte jusqu'à vingt-huit assises; l'enfournement dure huit à dix jours. On appelle *main de briqueteurs* l'association des ouvriers qui cuisent dans le département du Nord les briques que les briquetiers fabriquent pendant la belle saison; elle se compose d'environ quinze hommes qui mettent de quinze à vingt jours pour cuire un massif de cinq cent mille briques. (Clère, *Art de fabriquer les briques*, 1828.)

Cuisson continue. — La question du combustible a dans l'établissement du prix de revient du millier de briques une importance sérieuse. On a tenté de cuire les briques d'une manière continue. Différents systèmes ont été proposés; nous citerons celui de M. Demimuid; le four consiste en un long canal incliné, ayant le foyer au milieu de la longueur. Les poteries à cuire sont placées sur des chariots; elles entrent par une extrémité pour ressortir par l'autre; le refroidissement comme l'échauffement de la marchandise se fait donc progressivement.

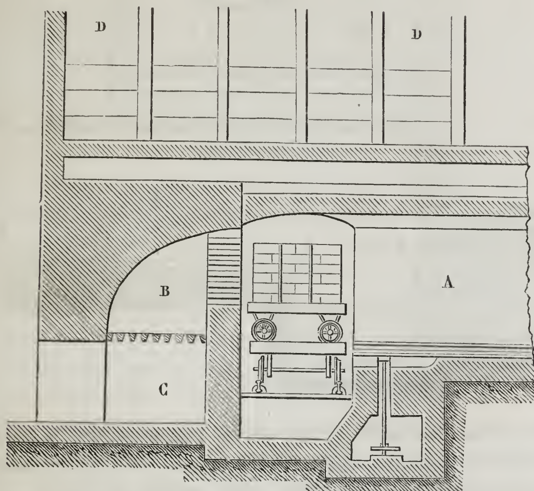
Fig. 424.



Le système de M. Pechiné diffère de celui de M. Demimuid, parce qu'on trouve deux canaux (*fig.* 424). Le canal A, qui sert

pour l'arrivée, conduit dans le canal E qui lui est perpendiculaire et qui est directement chauffé par un foyer B, dans lequel on brûle de la houille. Les marchandises portées sur un chariot (*fig.* 425) arrivent par un chemin de fer et changent de direction,

Fig. 425.



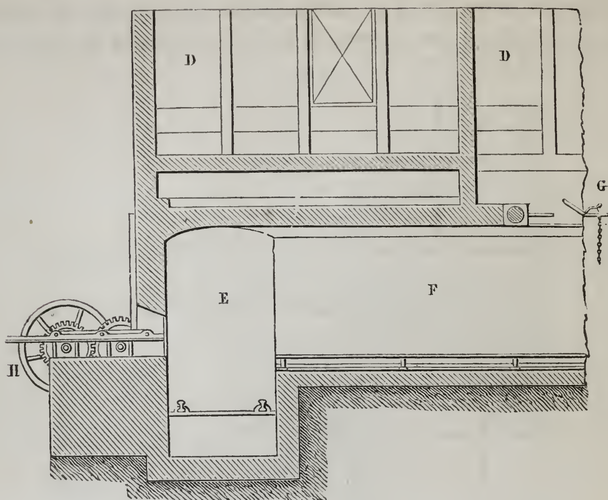
alors qu'elles ont subi la température nécessaire pour être cuites, au moyen d'un système d'engrenage et de crémaillère. Un système en tout point semblable fait passer la marchandise du canal E dans celui de sortie F (*fig.* 426). Le refroidissement s'effectue lentement, et des prises d'air conduisent dans les séchoirs D l'air échauffé pour dessécher les briques destinées au chargement des chariots.

Jusqu'à ce jour, dans la cuisson des briques ou des tuiles, le combustible brûlé pour amener à la température rouge les produits à cuire disparaissait sans laisser de résidu de quelque valeur lorsqu'on cuisait dans des fours fermés, à foyers isolés, comme il disparaissait encore dans la cuisson par la méthode flamande.

Dans aucun cas, les cendres des combustibles employés ne peuvent entrer en compensation d'une partie des frais de cuisson; se rappelant que, dans le dernier procédé que nous venons de citer, on interpose les briques à cuire et le combustible qui doit

les rendre indélayables et résistantes, M. Tiget, architecte con-

Fig. 426.



structeur, s'est demandé s'il ne serait pas possible de donner au combustible lui-même la forme de la brique, en l'incorporant dans de la terre argileuse, pour retrouver, après la cuisson, un squelette ayant lui-même la forme des briques, et de composition telle, que le commerce pût accepter aussi, comme matériaux de construction, ces résidus jusqu'alors inutilisés.

L'expérience devait prononcer. Après divers tâtonnements, M. Tiget a remarqué que l'argile, la marne, ces deux terres mélangées, toutes les argiles plus ou moins peu propres à la fabrication des briques, tuiles, poteries, tuyaux de drainage, pouvaient, dans la proportion de 83 pour 100, conserver aux matières charbonneuses (détritus de charbon de bois, de coke, de tourbe carbonisée) une combustibilité suffisante pour servir comme combustible interposé dans les fours avec des produits céramiques à cuire; il ajoute à l'eau de délayage du mélange de terre et de charbon, une solution de nitrate de potasse, de soude et d'alun. Ces sels ne me paraissent pas indispensables.

Ce qui distingue des combustibles connus ce nouveau combustible, c'est d'abord la grande quantité d'argile qu'il contient, insuf-

fisante toutefois pour lui retirer la combustibilité qu'on exige; c'est ensuite la propriété qu'il possède, sans aucun précédent dans l'industrie céramique, de laisser comme cendre un résidu d'un bon usage, d'un emploi général et des plus répandus.

On fait dissoudre 800 grammes d'alun et 200 grammes de nitrate de soude : 16 kilogrammes de détritus de charbon mélangés avec 83 kilogrammes de terre sèche en poudre sont arrosés avec la dissolution saline, broyés, puis malaxés et façonnés par moulage, comme s'il s'agissait de briques en terre ordinaire.

L'enfournement des briques se fait comme tout autre enfournement, seulement on dispose les *briques combustibles* par lits de quatre à cinq briques alternant avec les briques ordinaires. La combustion n'exige pas d'appareils spéciaux ; tous les fours et tous les foyers peuvent être facilement adaptés à la cuisson des produits céramiques par le nouveau produit; il faut supprimer toutes les cheminées et toutes les issues par lesquelles l'air froid pourrait pénétrer dans le four une fois que la dessiccation est complète et que les parties inférieures sont arrivées à la température rouge.

La mise en feu d'un four chargé de vingt mille briques n'est ni pénible ni difficile; il suffit, après qu'on a chargé le four, de jeter sur les grilles de menues escarbilles pour sécher la marchandise; puis on fait rougir le premier rang de briques combustibles, qui brûle de lui-même en communiquant la combustion au rang qui le surcharge, puis aux produits placés au-dessus, et ainsi de suite; toute la masse rougit et finit par allumer le second massif de briques combustibles. Lorsque le premier rang inférieur est rouge, on ferme tous les foyers et les cendriers; l'air, n'arrivant plus qu'avec difficulté, suffit cependant pour la combustion de toutes les briques combustibles. Une cuisson de vingt mille briques dure ainsi de quarante-huit à soixante heures.

Pendant cette période de cuisson, le four est abandonné complétement à lui-même; il n'exige la présence d'aucun ouvrier, lorsque l'obturation des foyers et des cendriers a été convenablement effectuée. On n'a pas d'accident à redouter, si la composition des briques n'est pas trop fusible.

Voici les données d'une expérience que j'ai pu pu suivre jusqu'au défournement. Le four, rempli de matériaux divers, briques

réfractaires, tuyaux de drainage, boisseaux, etc., contenait, disposés dans l'ordre suivant, en commençant par les étages inférieurs :

Cinq rangs de brique combustible....	2,500
Briques réfractaires..................	1,500
Tuyaux de drainage de 0,035........	5,500
Tuyaux de drainage de 0,08 à 0,15...	2,000
Brique pleine ordinaire..............	1,000
Brique combustible....................	1,500
Boisseaux carrés garnis..............	150
Brique réfractaire....................	2,500
Boisseaux anglais	150
Grosses pièces........................	50
Carreaux..............................	2,500

La combustion a marché régulièrement; les produits étaient, après le défournement, d'une qualité tout aussi marchande que si la cuisson avait été faite par les procédés ordinaires.

Si l'on cherche à se rendre compte de l'avantage que la brique dite combustible apporte par son emploi dans la cuisson des produits céramiques, on voit que l'économie peut se traduire par des chiffres importants, dans les localités telles que Paris, où les procédés flamands ne sont pas appliqués, où les combustibles de bonne qualité coûtent cher, où les détritus de coke, de charbon, de tourbe, etc., peuvent se rencontrer aisément,

En appliquant le calcul à la fabrication dans les environs de Paris, on trouve, comme prix de fabrication du millier de briques dites moule de Bourgogne :

Par les moyens ordinaires :

	fr
Terre sèche, 1 mètre cube...........	3,75
Mélange de sable et cendres..........	1,75
Manipulations diverses...............	4,00
Moulage..............................	4,00
Enfournement, soignage, rebut.......	3,50
Frais de cuisson et transport.........	4,50
Combustible hors barrière............	7,50
	29,00

Par les mélanges de M. Tiget :

	fr
Terre sèche, $\frac{3}{4}$ mètre cube	2,80
Terre dite à *four*, $\frac{3}{4}$ mètre cube	3,00
Mélange	7,50
Manipulations	4,00
Moulage	4,00
Soignage, rebut	3,50
Frais de cuisson	2,00
Combustibles, escarbilles	1,00
	27,80

Pour avoir le prix dans Paris, il faudrait ajouter le droit d'octroi et la dépense de charroi, savoir :

	fr
Octroi	7,65
Charroi	5,00

On voit, en comparant les chiffres portés au tableau ci-dessus, que la différence présentée par la manipulation se trouve complétement compensée par les différences offertes par les valeurs de cuisson et de combustible.

En supposant qu'on fasse usage d'un four d'une contenance de vingt mille briques, la dépense de fabrication s'élèverait à 580 francs, dépense comprenant 190 francs pour le chauffeur et le combustible à raison de 9fr 50c par millier, c'est-à-dire environ le tiers de la dépense totale. Cette dépense est beaucoup moindre en faisant usage des briques combustibles. En effet, d'après les expériences, une brique combustible peut en cuire quatre. La fournée de vingt mille briques se composera donc de seize mille briques ordinaires et quatre mille briques combustibles; or

	fr
16,000 briques à raison de 19fr 50c par 1,000, déduction faite des frais de combustible et de chauffeur, coûteraient	312,00
4,000 briques combustibles coûteraient	111,20
Ressuyage de 16,000 briques pendant le petit feu	16,00
	439,20

La différence entre 580 francs et 439fr 20c, ou 140fr 80c, repré-

sente l'économie obtenue par l'emploi de la brique combustible; c'est environ les 0,25 des frais ordinaires.

Ces résultats, en ne perdant pas de vue les conditions de localité dans lesquelles ils ont été produits, et l'idée sous l'influence de laquelle ils ont été réalisés, méritent une attention sérieuse.

Qualité des briques. — Nous avons dit que les briques étaient destinées à des usages fort différents. Les qualités que ces matériaux doivent posséder sont donc variables avec leur destination.

Les briques réservées pour les constructions extérieures doivent être bien cuites, sonores et dures. Le caractère principal des briques bien cuites est le son clair qu'elles rendent lorsqu'on les frappe.

D'autres doivent être compactes, résistantes à l'écrasement; ce sont celles destinées à faire les voûtes, les pieds-droits, etc.

Quelques-unes doivent présenter la dureté du grès; on recherche cette qualité dans celles qu'on destine au pavage des routes. On acquiert cette dureté par le mélange avec l'argile plastique de fragments feldspathiques fusibles que la cuisson vitrifiera dans l'intérieur de la masse argileuse.

Les briques qui doivent former les chemises intérieures des fours dans lesquels on obtient des températures élevées ont pour qualité principale celle de résister à la fusion.

Nous avons déjà dit que ces qualités diverses avaient leur origine dans des compositions variées. Mais des essais empiriques peuvent la faire apprécier.

Pour les briques de construction, on les soumet à des pressions déterminées; elles ne doivent pas s'écraser; elles ne se désagrégent pas dans l'eau, qu'elles n'absorbent pas en trop grande quantité. Pour déterminer la porosité des briques de construction, porosité qu'on suppose proportionnelle au poids de l'eau qu'elles absorbent, on les pèse sèches, et lorsqu'on les a laissées séjourner dans l'eau pendant douze heures, on les essuie pour en prendre de nouveau le poids. On ramène, par le calcul, l'augmentation trouvée, soit à l'unité de poids, au kilogramme par exemple de brique sèche, soit à l'unité de volume, au décimètre cube par exemple.

Le tableau qui suit donne les résultats obtenus par M. Michelot, ingénieur des Ponts et Chaussées, dans l'essai des briques de quelques provenances considérées comme matériaux de construc-

tion; la dernière colonne donne la résistance équivalente fournie par les pierres ordinairement employées à Paris.

Résistance à l'écrasement.

ORIGINE ET NATURE DES BRIQUES.	CHARGE par centimètre cube sous laquelle la brique commence à rompre		RÉSISTANCE équivalente.
	k	k	
Réfractaire de Paris, cuite par les briques combustibles...	169,00	"	Banc franc dur.
Réfractaire de Bourgogne.....	142,63	162,23	Banc franc dur.
Réfractaire de Paris..........	95,15	92,51	Banc royal.
Ordinaire d'Herblay.........	37,29	38,15	Lambourde.
Ordinaire de Sarcelles.......	28,09	28,15	Pierre tendre de Houille, près Bezons.
Ordinaire cuite par les briques combustibles (1re expér.)...	29,00	24,00	
Ordinaire combustible (2e expérience).................	31,00	29,00	

Les données qui précèdent résultent d'essais faits avec une machine fondée sur l'inégalité de pression qu'exerce sur un point donné le même poids agissant sur des leviers plus ou moins longs.

La brique dont on mesure la résistance à l'écrasement, dressée sur deux faces parallèles, est prise entre deux plaques de fonte : la plaque inférieure est solidement maintenue dans un support qui ne peut céder, tandis que la plaque supérieure reçoit sur son centre la pression exercée par un poids connu, mobile sur un levier divisé. On fait glisser le poids sur ce levier en l'éloignant du point de pression, jusqu'à ce qu'on détermine des fissures d'abord, puis l'écrasement complet. On note sous quelle charge l'écrasement commence; ces nombres sont consignés dans la troisième colonne.

J'ai réuni dans le tableau suivant quelques chiffres qui m'ont été fournis par l'expérience, relativement au poids d'eau qu'absorbent diverses variétés de briques réfractaires ou non.

Quantités d'eau absorbées par des briques de diverses provenances.

PROVENANCE ET NATURE DE LA BRIQUE.		POIDS de la brique mouillée.	POIDS de la brique sèche.	DIFFÉRENCE. Eau.	EAU pour 100 briques sèches.
		k	k		
Bourgogne réfract. marquée CD.		2,820	2,600	220	8,46
Bourgogne réfract. marquée MC.		2,860	2,550	300	11,76
Pont-sur-Yonne marquée JB...		2,980	2,650	330	12,45
Villeneuve-sur-Yonne.........		3,120	2,710	410	15,12
Flipou grésée................		2,380	2,105	275	13,06
Flipou tendre................		2,560	1,195	365	16,03
Flipou violette..............		2,400	2,095	305	14,55
Moulineaux tendre		2,790	2,490	300	12,05
Chaville rouge...............		2,750	2,450	300	12,24
Combustible	n° 1, 1re expér...	1,832	1,620	212	13,08
	n° 2, 2e expér...	1,875	1,688	187	11,08
	n° 3, 3e expér...	1,870	1,187	183	15,16
	Moyenne.....	"	"	"	13,11

On répète les mêmes expériences, mais en négligeant les pesées, avec de l'eau chargée de sulfate de soude.

Ce sel donne le moyen de voir si les briques peuvent résister à l'action de la gelée. D'après M. Brard, on fait bouillir les briques en essai pendant une demi-heure dans une dissolution saturée à froid de sulfate de soude; on les retire ensuite; puis on les suspend à des fils au-dessus de la capsule dans laquelle ils ont bouilli. Au bout de vingt-quatre heures, leurs surfaces se trouvent recouvertes de petits cristaux que l'on fait disparaître en les plongeant de nouveau dans la dissolution; plus tard les cristaux reparaissent encore; on les fait disparaître par le même moyen. On répète la même opération pendant cinq jours, à chaque nouvelle apparition des cristaux. Lorsque les briques sont gélives, elles abandonnent de petits fragments qu'on trouve réunis au fond de la capsule. Lorsque les briques sont résistantes à l'action de la gelée, la cristallisation du sulfate de soude n'en détache aucune particule; les arêtes ne s'émoussent même pas.

Influence de la nature du combustible. — On regarde les briques cuites à la houille comme supérieures à celles qui sont cuites au bois; la vitrification qu'elles prennent sur leur surface les protége contre l'action destructive de la gelée. On préfère dans le Nord, pour ce genre de travail, la variété de houille maigre, voisine de l'anthracite, qui s'étend très-bien sur les assises de briques, et laisse mieux passer l'air nécessaire à la régularité de la cuisson. Les briques réfractaires sont généralement cuites dans les fours ronds cuisant à la houille.

La tourbe donne aussi de très-bons produits; elle est employée principalement en Hollande pour cuire les briques. On l'avait proposée chez nous, dès 1805, pour la cuisson de ces mêmes matériaux; plusieurs fabricants en font usage aujourd'hui.

Quant à l'anthracite, la première trace de l'usage qu'on en a fait pour la cuisson des briques paraît remonter à 1839, en France du moins; elle est due à MM. Delminique et Laurençon. Ils cuisaient alors cent trente mille briques avec 65 francs de combustible. La cuisson des briques, commencée au bois dans les parties inférieures, se terminait, dans le haut du four, avec l'anthracite mêlée à la matière à cuire, comme on l'eût fait s'il se fût agi de cuire avec la houille. La qualité de ces briques vaut à peu près celle des briques cuites à la houille.

TUILES.

Les tuiles exigent, pour présenter la durée et la solidité nécessaires, une argile meilleure et préparée plus soigneusement que pour les briques; aussi la prépare-t-on presque toujours à l'aide du tonneau malaxeur que nous avons décrit. Leur moulage n'offre rien de particulier, si ce n'est que le moule donne, par une entaille faite dans l'une des traverses A (*fig.* 427), le crochet que

Fig. 427.

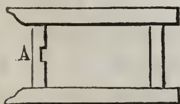
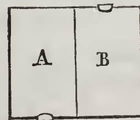


Fig. 428.



Fig. 429.



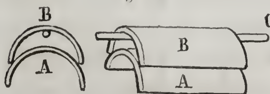
le gamin relève, en portant la tuile sur l'aire à sécher au moyen d'une planchette (*fig.* 428). On les cuit ordinairement dans des

fours, concurremment avec des briques, en plaçant les briques à la partie inférieure, et les tuiles à la partie supérieure, parce que, par suite de leur moindre épaisseur, elles n'ont pas besoin d'être soumises à une chaleur aussi considérable. La *fig.* 429 indique comment on les place les unes à côté des autres sur l'aire de dessiccation.

Lorsqu'on veut donner à la masse des tuiles une couleur grisâtre, on charge sur la grille, aussitôt que la cuisson est terminée et lorsque les briques sont encore à la température rouge, des branches d'aune ou de tout autre bois vert avec leurs feuilles, puis on ferme aussi complétement que possible toutes les ouvertures du fourneau. La fumée qui en résulte forme dans la masse poreuse des briques un dépôt de charbon très-divisé qui la colore en gris; peut-être aussi le fer se réduit-il à l'état d'oxyde magnétique.

On recouvrait souvent autrefois les tuiles d'une couverte plombeuse fortement colorée qui leur donnait un aspect très-agréable, et qui les rendait plus susceptibles de résister à l'influence des agents atmosphériques. On formait un mélange de 20 parties d'alquifoux (plomb sulfuré) et 3 parties de peroxyde de manganèse, que l'on pulvérisait finement sous des meules verticales, et auquel on ajoutait une quantité suffisante d'argile obtenue par lévigation et un peu d'eau; de cette manière on formait une bouillie moyennement épaisse, dans laquelle on plongeait les tuiles séchées à l'air avant de les porter dans le four; on avait soin de les y disposer de telle sorte qu'elles eussent entre elles aussi peu de contact que possible. Ces tuiles ne se fabriquent plus guère maintenant que sur commande, parce que leur prix est notablement plus élevé que celui des briques ordinaires. Elles exigent plus de soin pendant l'enfournement; il faut les espacer davantage pour qu'elles ne se collent pas. Elles ont l'avantage de s'opposer à la végétation qui se développe trop facilement sur les briques poreuses.

Fig. 430.



Les faîtières sont des tuiles arrondies en demi-cylindre couché; la *fig.* 430 fait voir comment on les fabrique et comment on les courbe sur le modèle A en les transportant avec un bâton C.

TUYAUX.

Nous entendons ici par tuyaux les tubes creux de diamètre plus ou moins grand, destinés à conduire par-dessous la surface du sol des eaux ordinaires ou des eaux minérales.

Nous ne parlerons pas ici des assemblages de briques formant tuyaux pour la conduite de la fumée; inventés, en 1823, par M. Gourlier, architecte, pour servir à la construction simple et solide des tuyaux de cheminée dans l'épaisseur des murs, puis modifiés par M. Courtois, en 1825, et par M. Fontrouge, en 1829, ils s'exécutent par moulage sous une forte épaisseur.

Les tuyaux de poterie exigent une assez complète imperméabilité, et généralement on les fait en grès; les procédés employés à leur confection ne varient pas, et la différence tient, comme on le sait, à la température plus élevée qu'exige la cuisson des tuyaux en grès : il est inutile de dire que cette circonstance exige une composition de terre appropriée.

Lorsque l'eau ne fait que traverser sans pression les tuyaux qui la conduisent, on préfère des tubes en terre cuite, pourvu qu'ils présentent le tissu le plus serré possible. Les tuyaux de latrines ou boisseaux sont faits de cette terre, et, bien cuits, ils offrent une imperméabilité suffisante.

MM. Payan et Charnier, à Gap, ont modifié, vers 1833, le procédé de façonnage alors en usage pour obtenir exactement et sans difficulté la forme conique nécessaire pour l'emboîtage des boisseaux.

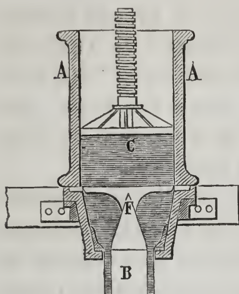
Ce procédé, qui paraît propre à abréger la fabrication, consiste à faire des croûtes trapézoïdales, et plus minces à une extrémité qu'à l'autre. En enroulant ces croûtes sur le moule, l'extrémité mince recouvre l'autre extrémité; elle y est soudée par une légère pression, et le tuyau prend tout de suite la forme d'une portion de cône tronqué très-aigu, dont la base la plus large s'emboîte dans le sommet plus étroit de la pièce qui lui est inférieure.

La forme des tuyaux se prêtant facilement au façonnage mécanique, nous retrouvons ici l'application des machines.

Les premières tentatives faites en France et suivies d'un succès complet paraissent remonter à 1838; elles sont dues à M. Reichenecker, fabricant à Ottwiller (Haut-Rhin).

La machine établie opérait comme une filière ou comme une presse à macaroni. C'est sur ce même principe qu'ont été construites beaucoup de presses destinées, soit en France, soit en Angleterre, à la confection des tuyaux en grès cérame.

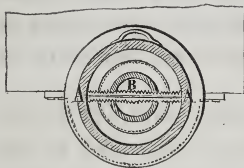
Fig. 431.



Après avoir cité la machine de M. Reichenecker, nous citerons celle de M. Boch-Buchman, à Mettlach, en nous bornant à décrire celle de M. Ziegler, à Voisinlieu, près Beauvais.

Au fond d'un cylindre A (*fig.* 431) on place un noyau B, suspendu par une lame transversale F, autour de laquelle l'argile peut circuler; le noyau B forme avec le fond de la boîte un espace annulaire (*fig.* 432), qui doit servir de filière lorsque la pâte comprimée par le plateau C, faisant fonction de piston, descendra dans le cylindre; pour charger la boîte on soulève le piston en tournant la vis qui dégage la boîte, on la retire pour la remplir à l'aise et la replacer au moment de travailler de nouveau.

Fig. 432



Tuyaux de drainage. — C'est surtout dans ces dernières années, en Angleterre d'abord, en France bientôt après, que la fabrication mécanique des tuyaux de terre cuite s'est considérablement développée; on a demandé pour l'agriculture des tuyaux dits de *drainage*, bien cuits, à bon compte, en grande quantité : on les nomme *drains*.

Les tuyaux de drainage, employés à peu près partout aujourd'hui, sont en terre cuite (*fig.* 433), ils ont de $0^m,30$ à $0^m,40$ de

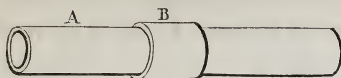
Fig. 433.



longueur; leur diamètre extérieur varie de 0,025 à $0^m,20$, suivant le volume d'eau dont ils assurent le débit : leur épaisseur est d'environ 0,01. Ces tuyaux A (*fig.* 434) s'engagent par leur extrémité dans des tuyaux en terre cuite B de 0,07 à 0,10 de longueur

qu'on nomme *colliers*, et dont le diamètre est tel, que le tuyau puisse

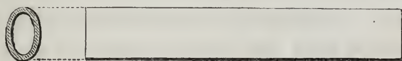
Fig. 434.



facilement y pénétrer. Ces colliers ne sont donc que des tuyaux plus courts qui se fabriquent exactement comme les drains eux-mêmes. Leur emploi devient général, parce qu'il n'est pas coûteux. Ces mêmes tuyaux, percés d'une ouverture pour le raccordement d'une ligne de drains perpendiculaire et d'un diamètre plus petit, se fabriquent simplement en pratiquant sur le tuyau, pendant qu'il est encore mou, l'ouverture nécessaire au passage du drain; ils ne coûtent ainsi qu'un tiers en sus du prix des tuyaux ordinaires de même dimension.

On a beaucoup varié la forme des tuyaux en terre cuite destinés au drainage. Une forme ovoïde préconisée pendant un certain temps (*fig*. 435), parce que l'eau s'y réunissait en conservant

Fig 435.



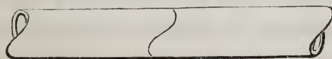
une vitesse opposant une résistance à l'incrustation, n'offre pas autant de facilité pour le posage que la forme circulaire donnée plus haut. Toutes les autres formes, comme celle (*fig*. 436) qui

Fig. 436.



possède un empâtement pour ajouter à sa résistance au déplacement par les causes étrangères, ajoutent sans beaucoup d'avantages au poids et au prix. Ces dispositions sont abandonnées presque partout. Nous en dirons autant du procédé que la *fig*. 437

Fig. 437.



représente, dont l'effet était de supprimer l'ampleur du collier. Ces tuyaux, obtenus comme les autres, n'exigeaient de modifi-

cation que dans les parties des machines exécutant le coupage des tuyaux.

Les tubes coniques qui se fabriquent (*fig.* 438) par des procédés coûteux, ainsi que les tuileaux A (*fig.* 439) recourbés pour raccordement des drains perpendiculairement à leur direction, sont abandonnés actuellement et ne peuvent fixer ici notre attention.

Fig. 438.

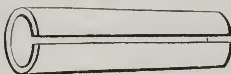
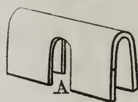


Fig. 439.



Le diamètre des tuyaux qu'on obtient par les filières peut aller jusqu'à 3 décimètres, et leur longueur jusqu'à 2 mètres; elle est ordinairement de $1^{m},50$ à $1^{m},70$.

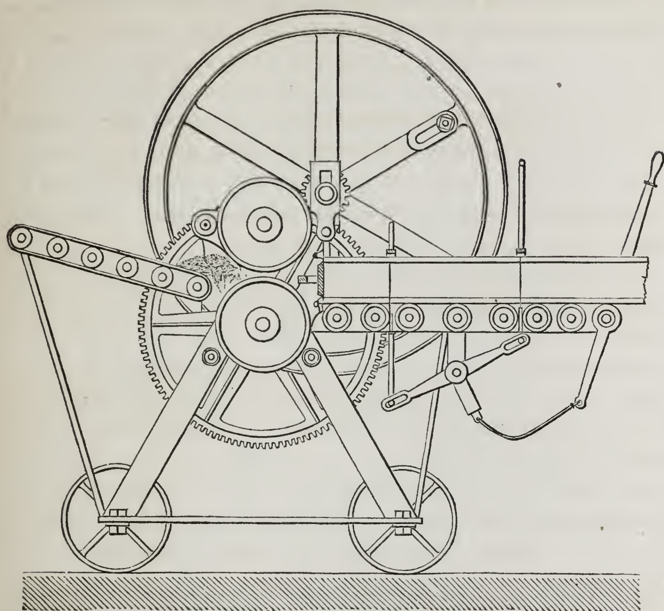
Les drains doivent être faits en grande quantité; c'était assurément là le cas d'appliquer les procédés mécaniques : aussi y en a-t-il eu de vingt systèmes différents. Ce n'est pas ici le lieu de les décrire ni de les énumérer tous; leur étude est trop directement liée à celle des procédés qu'il convient d'introduire dans les pratiques agricoles. Nous devons nous borner à dire qu'en général la terre est placée dans une caisse carrée ou dans un cylindre percé par les deux bouts; d'un côté sont des ouvertures au nombre de quatre à huit, et placées sur une même ligne horizontale : ce sont des trous faits dans une plaque circulaire, réguliers, dont le centre est occupé par une espèce de tampon qui forme, avec la surface intérieure, un espace annulaire par lequel la terre se moule. Un piston s'ajuste à l'autre extrémité pour forcer la terre à s'échapper par les filières; on en a de plusieurs diamètres et de rechange, pour tous les genres de tuyaux qu'on veut obtenir.

Les tuyaux sont de longueur en quelque sorte indéfinie, ils sont reçus sur une toile sans fin; des fils ou des lames les coupent de longueur. Ces machines agissent d'une manière intermittente : il y en a dont l'action est continue; nous décrirons celle d'Ainslie.

La machine d'Ainslie (*fig.* 440), dont on a vu différents modèles à toutes nos expositions, se compose de deux cylindres en fonte tournant en sens contraire; ils forment en quelque sorte l'un des côtés d'un coffre prismatique, dans la face opposée duquel sont ménagées des ouvertures annulaires présentant la section des

tuyaux qu'il s'agit de faire : ce sont des espèces de *filières*. La

Fig. 440.



pâte argileuse est déposée sur une toile sans fin, placée devant les deux cylindres et poussée par un ouvrier. La pâte s'échappe par les filières en se moulant sous forme de tuyaux, qu'on coupe de longueur au moyen d'un fil métallique animé d'un mouvement calculé de telle sorte, que, malgré le mouvement de translation, le fil soit coupé parallèlement à la section génératrice. Avec cette machine, un seul homme produit 225 mètres de tuyaux de $0^m,030$ de diamètre intérieur, et $0^m,045$ de diamètre extérieur. Les tuyaux, de $0^m,360$ de longueur, pesaient chacun 632 grammes; ils ne pesaient que 534 grammes, après une dessiccation de quarante-huit heures. La pâte doit donc être travaillée dans un état d'humidité considérable. La force dépensée pour ce travail, mesurée par le dynamomètre de M. Morin, représentait 186 kilogrammètres par mètre courant de tuyaux, ou 106 kilogrammètres par kilogramme de tuyaux mous sortant de la machine; ce travail est supérieur

à celui qu'on peut exiger de l'homme travaillant dix heures par jour.

La machine, qui coûte 650 francs, est ordinairement servie par quatre hommes et trois ou quatre enfants. Un ouvrier coupe les tuyaux, un autre l'argile, deux font alternativement mouvoir la manivelle. On peut obtenir ainsi 2,200 mètres de tuyaux.

Dans la machine de M. Clayton, deux cylindres sont accouplés de telle sorte, que, lorsque la pression agit dans un cylindre pour opérer le moulage, l'autre se trouve vide et peut être rempli. Les cylindres sont verticaux, et les tuyaux s'échappent horizontalement.

Dans la machine de M. Calla, le réservoir est cubique, la marche du piston est horizontale; il semble chasser devant lui les tuyaux, qu'on fait ainsi par homme et par jour au nombre de mille. Cette machine exige un temps d'arrêt pour le nettoyage et le chargement à nouveau. Aussi M. Whitehead a-t-il, par un accouplement de deux réservoirs, trouvé le moyen de recommencer d'un côté, quand on a fini de l'autre.

Les machines importées d'Angleterre par M. Thackeray ont été très-employées en France, et maintenant on préfère celles de MM. Calla, Clayton, Exall, Bénoit, Randell et Saunders, Ainslie, Vincent, etc.

La machine de M. Exall est petite, simple, facile à transporter et à manier; on peut la faire arriver au milieu des campagnes, et les pauvres ouvriers pourront ainsi, pendant l'hiver, occuper avec profit leurs trop longues soirées.

C'est par l'emploi de ces machines qu'on est parvenu, ce qui eût été regardé comme impossible, il y a vingt ans, à vendre, en France, les mille tuyaux de 25 millimètres de diamètre intérieur et d'environ 28 à 33 centimètres de longueur à raison de 21 à 25 francs, et ceux de 10 centimètres à raison de 75 francs.

Les frais de cuisson sont peu considérables; on cuit à la fois vingt-cinq ou trente mille tuyaux de diamètres différents, les uns dans les autres, dans des fours chauffés à la houille, dont la disposition rappelle celle des fours employés en Angleterre à cuire la faïence fine.

Tous les fours à briques peuvent également servir pour cuire les drains; on les place verticalement dans le four, les uns à côté

des autres; les petits dans les grands pour régulariser le tirage.

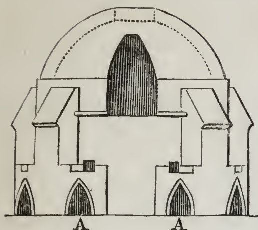


Fig. 441.

En Angleterre, on adopte généralement pour le four la forme de coupole (*fig.* 441). Les alandiers sont en saillie sur la base; les briques qui forment le four sont en briques communes, garnies intérieurement (*fig.* 442) d'argile réfractaire. La cuisson dure de trente-trois à trente-cinq heures, et consomme 4 tonnes de houille de qualité moyenne. On n'enfourne les tuyaux qu'après leur dessiccation complète dans des étuves chauffées à 70 degrés, ou sous des hangars fortement aérés. On défourne vingt-quatre heures après l'extinction des feux.

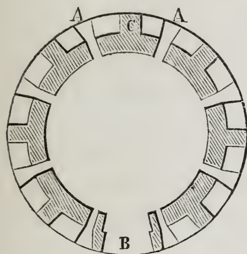


Fig. 442.

M. Rodier a fait, dans son usine du département de la Nièvre, des tuyaux de grès qui peuvent supporter une charge de 500 kilogrammes suspendue sur leur milieu, les deux extrémités étant supportées; un tuyau de 75 centimètres, rempli d'eau, peut éprouver une compression de 10 atmosphères sans la moindre avarie. De telles épreuves parlent en faveur de la qualité des produits et peuvent en étendre l'application.

OBJETS EN TERRE CUITE DE DIVERSES FORMES.

La facilité qu'a le potier de terre de donner à l'argile toute espèce de formes, l'inaltérabilité des silicates alumineux, cuits à une température élevée, sous l'influence de la majeure partie des agents employés dans les arts, la possibilité de produire à volonté toute sorte de texture dans les objets en terre cuite, depuis le grain le plus serré jusqu'à la texture la plus lâche, ont fait pénétrer dans un grand nombre d'industries les ustensiles en terre cuite; on faisait en terre, depuis fort longtemps, toute nature de creusets. Dans ces derniers temps, on a remplacé la fonte par la poterie dans la confection des cornues destinées à la distillation de la houille pour la fabrication du gaz d'éclairage.

Le raffinage du sucre demandait des récipients solides, résis-

tants, à bas prix. Cette fabrication, confiée depuis longtemps aux potiers de terre, avait créé, dans certaines localités de la France, une industrie assez importante; elle s'est, comme celle qui précède, notablement améliorée. Dans quelques années, elle aura complétement disparu.

Creusets. — On sait que les creusets de terre doivent satisfaire à des conditions bien différentes, suivant l'usage auquel on les destine. Les creusets de Hesse, qui avaient une si grande réputation, sont imités en France; et les grandes dimensions des glaces de Cirey et de Saint-Gobain, la perfection des cristaux de Baccarat, de Saint-Louis, de Clichy, etc., prouvent qu'on sait faire chez nous d'excellents pots de verrerie ou de cristallerie.

Pour les usages de la chimie et de la métallurgie, les qualités sont ou de résister longtemps à l'action de matières corrosives et fondantes, ou de ne subir qu'un faible ramollissement de la part de la chaleur la plus intense. Les creusets de Beaufay jouissaient déjà vers 1817 d'une réputation bien méritée : la composition de la terre et les moyens de fabrication assuraient, dès cette époque, une qualité supérieure; mais l'expérience a prouvé que si la composition chimique de la terre est importante pour la fabrication de bons creusets, le corroyage de la pâte exerce sur le résultat une influence remarquable.

Antérieurement à 1821, en Angleterre, M. Cameron, de Glascow, avait décrit la fabrication des creusets comme avantageusement simplifiée par le procédé de coulage. M. Bréant avait proposé cette méthode pour la confection économique des cornues, des tuyaux, etc. Il paraît que ce procédé ne donne pas une texture assez serrée; le battage de la terre sur le moule semble donner une compacité de beaucoup préférable.

MM. Maës et Clémandot (1851) ont cherché dans le coulage une méthode simple et facile d'obtenir des pots de verrerie. Mais cette méthode, avantageuse pour des creusets de petite grandeur, peut conduire à des mécomptes dans son application au façonnage des pièces de dimensions plus grandes, confectionnées avec des terres que des raisons d'économie et certaines conditions techniques empêchent de broyer suffisamment; la terre devant être compacte, doit être fortement comprimée. Je pense qu'on a dû reprendre l'ancienne méthode de moulage au colombin.

On fabrique en Angleterre les creusets à fondre l'acier, au moyen d'une méthode qui met bien en lumière les conditions que je viens d'indiquer. On se sert d'argile de Stourbridge qu'on mélange à son poids d'argile de Stannington; on ajoute au mélange le dixième du poids de l'argile de Stourbridge en vieux creusets cassés, et le centième du même poids en coke pulvérisé. Le mélange humecté d'une quantité d'eau suffisante se moule par pression au moyen de l'appareil (*fig.* 443). Le moule extérieur A, ordinairement en fonte, reçoit un noyau B pour mouler l'intérieur; ce noyau porte une sorte de tenon C qui pénètre dans une mortaise réservée dans le moule, solidement encastré dans une espèce de billot D; on frappe à coup de marteau sur la tête E, tandis que le tenon C facilite l'opération. Après que le moulage est fait, on retire le creuset du moule, on bouche le trou formé dans le fond, puis on finit, pour donner au creuset en le travaillant à la main la forme A (*fig* 444). Le plus grand diamètre extérieur est $0^m,19$, la hauteur $0^m,41$, l'épaisseur varie du fond à la partie supérieure de $0^m,030$ à $0^m,014$. Les couvercles B, légèrement bombés au centre, ont pour épaisseur maxima $0^m,04$. Les fromages C sur lesquels reposent les creusets, sont de petits cylindres ayant $0^m,13$ de diamètre sur $0^m,08$ de hauteur.

Fig. 443.

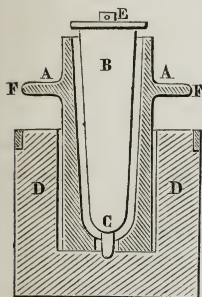
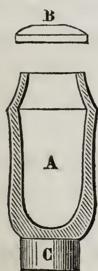


Fig. 444.



En Belgique, il paraît qu'on les obtient surtout, nous a-t-on dit, dans l'usine de M. Poncelet, pour distiller le zinc, en ébauchant des masses cylindriques pleines, qu'on tournasse en dehors et qu'on taraude en dedans. Ces produits sont bons.

Les qualités des creusets pour fondre soit le verre, soit les métaux, ne dépendent pas entièrement, je le répète, de la nature chimique de la terre qui les compose. Les procédés pratiques exercent une influence qui peut changer du tout au tout la valeur du produit, et, dans les circonstances que nous venons d'indiquer, on a remarqué qu'une compression convenablement ménagée, aug-

mentait la qualité. M. Serizier a tenté de les faire en 1845 avec une petite presse à vis qui donnait de bons résultats. Cette méthode se rapprocherait ainsi de celle usitée pour la fabrication des creusets à fondre l'acier.

Cornues. — L'idée de faire en terre cuite les cornues pour distiller la houille dans la préparation du gaz d'éclairage, paraît être originaire d'Angleterre; le document le plus ancien que nous connaissions, qui puisse établir le premier exemple de la substitution de la poterie à la fonte, dans le cas en question, est une patente anglaise accordée, le 13 novembre 1831, à M. Th. Spinney, de Cheltenham (Glocester). Depuis cette époque, M. Grafton, en Angleterre, et MM. Pauwels et Dubochet, en France, ont employé ces ustensiles. M. Carville (1849) en a fait d'excellente qualité. Aujourd'hui, les cornues de terre sont d'un usage général. La Compagnie Parisienne a monté dans l'usine de la barrière d'Ivry, pour sa propre consommation, des ateliers considérables.

Formes a sucre. — Les premiers procédés employés pour la fabrication des formes à sucre furent ceux en usage dans la confection des autres poteries. En 1817, le procédé du moulage fut appliqué dans des conditions nouvelles par M. Tourasse. Un noyau plein est placé sur le tour; on comprime la terre mise en masse sur le sommet, jusqu'à ce qu'en s'étalant elle vienne reposer sur une bague de plâtre placée sur la girelle enveloppant la base du noyau : cet anneau rend facile et le démoulage et le transport au séchoir. L'emploi du même moule avec la même bague a été, plus tard (1823), modifié par M. Heiligeinstein, à Paris; on ébauche d'abord, et la forme ébauchée, molle encore, est apportée sur le noyau pour être terminée. C'est une espèce de *moulage à la housse*.

En 1841, de nouveaux perfectionnements ont été proposés pour la fabrication de ces ustensiles en Angleterre, par M. Morley, à Birmingham; mais aujourd'hui les formes en métal paraissent devoir remplacer les formes de terre cuite. Quelle que soit la matière dont on les forme, MM. Derosne et Cail, en 1847, ont proposé d'ajouter au sommet du cône un appendice, dans le but de présenter en dehors du pain, tel que le commerce le désire, une partie supplémentaire dans laquelle la coloration se concentre et qu'on détache facilement en conservant au sucre, avec une forme intacte, une blancheur régulière.

Plastique. — Quoique les arts céramiques, chez les anciens, soient restés dans l'enfance pendant tant de siècles, il est remarquable que la plastique y ait été poussée beaucoup plus loin que chez les peuples modernes, et, selon nous, il est au moins aussi singulier qu'on n'ait cherché que dans ces dernières années à reproduire ou même à imiter les produits de l'antiquité qui sont parvenus jusqu'à nous. Nous ne rappellerons pas ici cette multitude de corniches, d'entablements, de mausolées et de tombes en terre cuite, que du temps de Pline on regardait comme des modèles de goût, comme on les considère encore à notre époque comme des modèles d'exécution.

Nous n'avons pas à nous occuper non plus de la plastique dans ses rapports avec l'art pur, quoiqu'on y revienne avec activité; ce sujet nous éloignerait trop de notre but. Nous n'avons à l'étudier que dans ses applications à l'industrie et dans l'extension qu'elle peut prendre. Un beau spécimen d'architecture plastique fut offert en 1802; les frères Trabucci avaient exécuté, pour l'Exposition d'alors, une copie du monument de Lysicrate, à Athènes. C'est cette pièce, remarquable comme exécution, qu'on voit encore dans le parc de Saint-Cloud, sous la désignation de *lanterne de Diogène*. Nous passerons de cette époque à celle plus récente de 1832, pour signaler la plus remarquable des pièces de plastique moderne qu'on puisse citer; c'est la copie du Christ au tombeau, du château de Biron, faite par MM. Virebent, de Toulouse (Dordogne). L'exemple qu'ils ont donné est imité dans plusieurs établissements qui, à Paris comme à Vienne, dans la Belgique et dans la Prusse, ont pris une très-grande extension.

Nous citerons par ordre de date, pour terminer cet historique, un simple aperçu sommaire des usages auxquels on a voulu destiner la terre cuite. Plusieurs de ces projets ont été mis en oubli; ils peuvent être repris : ce ne serait pas la première fois qu'une idée, venue avant son heure, renaîtrait vivace et lucrative.

1°. Des tableaux en terre cuite par le moyen d'une contre-estampille, destinés aux inscriptions des rues, au numérotage des maisons, par M. Ollivier, 1802;

2°. Des pierres factices propres à la lithographie, par MM. Guillaud et Laprevote, à Lyon (Rhône), 1818;

3°. Des fontaines épuratoires en terre cuite, de forme carrée, par M. Maréchal, 1821;

4°. Des caractères d'imprimerie en terre cuite, par M. Gillard-Louis, à Paris, 1829;

5°. Des veilleuses en matière plastique, par M. Jeunet, à Paris, 1838;

6°. Des pierres lithographiques factices, par M. Behreng, à Berlin, 1839;

7°. Des lettres, des figures et ornements en relief, par M. Miles Berry, à Londres, 1840;

8°. Des pierres factices à aiguiser, par MM. Neppel fils et Neppel-Guérin, 1840;

9°. Des meules artificielles, par M. Malbec, à Vaugirard, 1845;

10°. Des pierres ponces artificielles, par M. Hardmuth, à Vienne, 1845;

11°. Des porte-rails en lithocéramique, par MM. Pilot et Bouvert, 1846;

12°. Des pavés en terre cuite, par MM. Prosser, 1843; Polonceau, 1841; Bouvert, 1850; et Smallwood, à Hampstead, 1845;

13°. Des caractères typographiques, par M. Naudot, à Paris, 1846;

14°. Des échalas en terre cuite, par M. Desains, 1850;

Des mosaïques de diverses couleurs, de formes variées, à des époques différentes et par un grand nombre d'inventeurs, etc.

Nous étudierons dans la prochaine Leçon la synthèse de celles des fabrications céramiques qui constituent plus particulièrement les objets qu'on nomme *poterie*.



VINGT ET UNIÈME LEÇON.

SYNTHÈSE CÉRAMIQUE.

Compositions céramiques. — Poteries à pâtes tendres, simples, composées; à pâte charbonneuse, à pâte hydratée, à pâte cuite; pâte quartzeuse, pâte sableuse, glaçure silico-alcaline, plombifère, stannifère, boracique, alcalino-terreuse; pâte marneuse, glaçure silico-alcaline, plombifère, stannifère, boracique, alcalino-terreuse; pâte calcaire, glaçure silico-alcaline, plombifère, stannifère. — Poteries à pâtes demi-dures, simples, composées; pâte argileuse, glaçure silico-alcaline, plombifère, stannifère, boracique, alcalino-terreuse. — Poteries à pâtes dures silexées, ferrugineuses, feldspathiques, simples, composées; glaçure silico-alcaline, plombifère, stannifère, etc. — Poteries à pâtes translucides; porcelaines dures, porcelaines tendres anglaise, française. — Pâte de Parian. — Boutons feldspathiques, etc.

COMPOSITIONS CÉRAMIQUES.

Nous pouvons examiner actuellement, sous forme de résumé des Notions qui précèdent, les diverses fabrications qui forment l'ensemble des arts céramiques. Nous n'avons, pour compléter les connaissances générales qui font l'ensemble de ces études, qu'à donner des détails circonstanciés sur les compositions des diverses classes de poteries, soit simples, soit composées, que nous avons admises dans la treizième Leçon. Nous conserverons la classification que nous avons admise déjà, et, pour ne pas séparer l'étude des poteries simples de celle des poteries composées qui peuvent en dériver par l'application d'une glaçure quelconque, nous traiterons de ces diverses espèces immédiatement après avoir appris à connaître les dosages qui conduisent à la poterie simple, et les procédés actuellement en usage dans l'industrie pour fabriquer le produit en question. Nous ne séparerons pas, par exemple, l'étude des biscuits de porcelaine de celle des porcelaines à glaçure feldspathique, à glaçure plombeuse; nous étudierons dans un même groupe les grès mats et les grès à glaçure, quelle que soit la na-

ture de cette glaçure ; les faïences fines et les faïences fines émaillées se trouveront réunies.

Nous commencerons par les poteries à pâte tendre opaque, nous terminerons par les poteries à pâte translucide et dure. Les poteries simples formeront le genre, les poteries composées formeront l'espèce. Les dosages que nous donnerons ici sont presque tous nouveaux; nous les avons recueillis pendant les expositions universelles, soit à Londres, soit à Paris; elles compléteront donc celles qu'on trouve dans l'ouvrage classique de M. Brongniart auquel nous renverrons le lecteur. Nous n'avons cru devoir rappeler ici ni les recettes consignées par l'illustre auteur du *Traité des arts céramiques*, ni celles que présentent beaucoup des recueils qui traitent de l'industrie dont il est question dans ces Leçons. Nous citerons, surtout pour le cailloutage et les faïences fines, les nombreuses compositions que contient l'ouvrage publié en Angleterre, par M. Schaw, qui n'a rien négligé pour recueillir les recettes les plus variées pour les pâtes comme pour les glaçures.

Quant aux porcelaines dures, plusieurs ouvrages allemands font connaître les dosages employés en Allemagne ; nous y renvoyons, nous réservant de les discuter plus tard dans une publication spéciale.

L'importance des compositions des pâtes et des glaçures ressort de ce que nous avons dit dans les Leçons précédentes. Les exemples que nous présentons ici doivent donc fixer l'attention. Je pense les avoir réunis avec assez de méthode pour en rendre l'exposé le plus utile possible.

On doit comprendre tout de suite que quelques genres et plusieurs espèces ont été créés pour classer des produits qu'on ne fait plus aujourd'hui, soit parce qu'ils sont l'expression immédiate de l'art à son origine, soit parce qu'il n'y a plus aucun intérêt à les produire à l'époque actuelle, soit enfin parce que les procédés à l'aide desquels on les obtenait dans l'antiquité ne sont pas parvenus jusqu'à nous.

POTERIES A PATES TENDRES.

Nous devons nous rappeler que nous avons distingué parmi les pâtes tendres, d'après la composition de ces pâtes plutôt que d'après les formes et les usages:

1°. Les pâtes charbonneuses;

2°. Les pâtes quartzeuses ou recevant un caractère particulier de la présence, dans leur masse, de fragments de quartz;

3°. Les pâtes sableuses, dans lesquelles le même élément siliceux joue un rôle très-important, mais à l'état de sable très-fin assez divisé naturellement pour n'entraîner aucune dépense de broyage dans la composition dans laquelle on le fait entrer;

4°. Les pâtes marneuses dans lesquelles on ajoute une petite quantité de chaux, soit à l'état de marne, soit à l'état de calcaire;

5°. Les pâtes calcaires dans lesquelles la craie semble devoir exister en quantité considérable.

Poteries a pates tendres charbonneuses. — On distingue parmi ces poteries des différences notables suivant l'état sous lequel le charbon est introduit dans le corps de pâte.

Si c'est un simple mélange, la pâte est hydratée; car la cuisson dans des conditions ordinaires en présence d'un grand excès d'air aurait brûlé le charbon; toute coloration aurait disparu. On trouve dans cette variété des poteries représentant la fabrication de différents peuples, plus ou moins intéressants par l'époque à laquelle ils appartiennent à l'histoire.

Lorsqu'au contraire le charbon provient, soit de la fumée dégagée pendant la cuisson, soit de la décomposition par le feu d'hydrocarbures en vapeurs incomplétement brûlés avec dépôt de charbon au sein même de la pâte qui possède une certaine porosité, la poterie ne contient pas d'eau, car on sait que les argiles perdent leur eau vers une température peu supérieure à 100 degrés.

Pâte hydratée. — Suivant la quantité de charbon que ces poteries renferment, elles sont colorées soit en gris, soit en noir; mais nous devons faire remarquer que ces poteries appartiennent aux peuples primitifs du nouveau comme de l'ancien continent.

Parmi les pâtes grises, nous citerons les poteries germaines et scandinaves, et parmi les poteries noires, les poteries gauloises, étrusques, de Madagascar et du Pérou. Les poteries étrusques surtout, dont nous avons fait de nombreuses analyses, offrent une concordance assez remarquable, et les résultats qui suivent et dont nous avons formé le tableau suivant prouvent une certaine uniformité dans les compositions, une certaine régularité dans la fabrication.

POTERIES.	SILICE.	ALUMINE.	OXYDE de fer.	CHAUX.	MAGNÉSIE.	EAU.	CARBONE.
1. Germaine........	63,90	12,76	10,24	1,04	0,52	9,98	1,02
2. Scandinave......	64,02	10,77	11,23	2,48	0,05	9,97	1,00
3. Gauloise.........	62,22	18,36	5,71	1,17	0,47	10,56	0,78
4. Péruvienne......	67,04	10,83	10,17	3,24	0,28	7,07	1,00
5. De Madagascar...	44,00	31,20	7,05	1,25	0,00	15,24	1,26
6. Étrusque........	64,02	12,49	8,53	3,00	1,83	8,13	2,00
7. Étrusque........	63,00	14,44	7,75	3,00	1,83	8,45	1,55
8. Étrusque........	60,00	16,21	7,89	3,00	1,33	8,65	3,00
9. Étrusque........	63,50	14,21	7,02	2,18	1,84	9,55	1,70
10. Étrusque........	64,00	12,51	8,00	3,51	1,83	8,15	2,00
11. Étrusque........	69,49	14,63	8,75	3,73	1,47	0,73	1,20
12. Étrusque........	60,00	14,49	7,13	3,95	1,43	8,50	1,50

Indépendamment de la régularité de la fabrication étrusque qui résulte des chiffres consignés au tableau précédent, on voit que ces poteries, ainsi que celles qu'on rapporte aux fabrications germaines, scandinaves, etc., étaient formées de mélanges qui n'étaient complétement exempts, ni de chaux, ni d'oxyde de fer ; la présence de ce dernier oxyde et la forte proportion de silice indiquent d'une manière bien concluante que le sable devait être la partie antiplastique, et que les matériaux étaient pris sans recherche sur le sol même où vivait la population. La poterie seule de Madagascar semble être le résultat du travail d'une terre fortement alumineuse.

Poteries charbonneuses cuites. — La présence d'une quantité d'eau variant de 0,07 à 0,15, éloigne toute idée de cuisson proprement dite dans la confection de ces poteries primitives, et par conséquent la pénétration de la pâte par le carbone postérieurement au façonnage. Le carbone a donc dû faire partie essentielle du mélange avant le travail de l'ébauche. Mais ce genre de coloration peut tenir, ainsi que nous l'avons dit, à du carbone interposé qu'on dépose à l'intérieur d'une poterie, surtout d'une poterie perméable pendant la cuisson, en empêchant l'oxygène de se trouver en excès parmi les produits de la combustion. La poterie

étrusque analysée sous le n° 11 semble devoir être classée parmi les poteries complétement cuites.

Les poteries du Jutland et de Bourzy, en France, doivent être rapportées à ce même genre; elles sont noires et ne contiennent pas d'eau. Voici des résultats fournis par des analyses que j'ai faites à Sèvres, sur la demande de M. Brongniart.

POTERIES.	SILICE.	ALU-MINE.	OXYDE de fer.	CHAUX.	MAGNÉ-SIE.	ALCA-LIS.	CAR-BONE.
Du Jutland	70,27	14,17	10,29	1,49	0,98	traces	0,55
De Bourzy	66,13	23,50	8,00	1,29	0,28	traces	"

On peut voir, d'après la petite quantité de chaux et de magnésie que ces pâtes contiennent, qu'elles sont fabriquées avec des argiles peu marneuses; la forte proportion de silice indique qu'elles sont dégraissées avec des sables.

Poteries tendres a pate quartzeuse. — Le type de ces poteries nous est fourni par les poteries grossières à pâte hétérogène, laissant voir parfaitement les grains de quartz, ayant servi de matière antiplastique. Ces poteries se rattachent aux fabrications les plus imparfaites des premiers âges et des diverses civilisations qui se sont succédé. Quelques-unes ont une pâte noire et se confondent avec les poteries de la classe qui précède; quelques autres au contraire ont une pâte rougeâtre ou jaune suivant la quantité d'oxyde de fer qu'elles contiennent, suivant aussi la nature de l'atmosphère au sein de laquelle la cuisson s'est effectuée. On devra trouver dans la composition de semblables poteries, remarquables déjà par la nature des fragments de quartz qui les caractérisent, une proportion considérable de silice.

La silice en mélange avec les éléments basiques, tels que l'oxyde de fer et l'alumine, s'élève de la sorte jusqu'à 0,76 et 0,80, comme dans les poteries gauloises et celtiques trouvées dans certaines fouilles de Bretagne.

Si nous comparons les résultats obtenus dans l'analyse des poteries de Noyelles et de Plonéour, ne pourrait-on pas conclure qu'elles sortent des mêmes fabriques, et que ces poteries, comme

celles dites *étrusques*, représentent des procédés basés sur une grande régularité partant peut-être du même point?

POTERIES.	SILICE.	ALUMINE.	OXYDE de fer.	CHAUX.	MAGNÉSIE.
De Plouharnel.........	76,30	9,80	9,00	2,04	0,65
De Plonéour..........	80,30	7,80	7,00	2,60	0,09
De Noyelles	76,40	9,90	9,04	2,00	0,65

Nous avons joint à ces analyses celle d'une poterie noire de Noyelles-sur-Mer. Quoique ces nombres soient peu différents quant à l'alumine, l'oxyde de fer, la chaux et la magnésie, il ne faut pas conclure que la nature quartzeuse de la pâte nécessite une composition ferrugineuse ou calcaire égale à celles que nous avons trouvées. Si nous avions jugé convenable d'opérer la décomposition d'un plus grand nombre de produits, nous aurions certainement obtenu des différences d'un tout autre ordre entre ces éléments; l'analogie de composition n'est qu'apparente, et toutes les pâtes céramiques ferrugineuses et non ferrugineuses, toutes les pâtes calcaires et non calcaires pourraient admettre en mélange des quantités variables de silice à l'état de quartz plus ou moins volumineux : la pâte prendrait alors le caractère des poteries grossières attribuées aux siècles de barbarie.

Poteries tendres a pates sableuses. — Lorsque la silice se présente sous forme de sable assez fin, la poterie change de caractère, et ce n'est que l'analyse qui permet de reconnaître la nature de la poterie. On dispose, par cette introduction de sable *broyé*, la pâte à recevoir des glaçures; et l'expérience fait voir que les glaçures les plus alcalines peuvent adhérer aux pâtes lorsque celles-ci contiennent, avec quelque peu d'alcali, de très-fortes proportions d'acide silicique. Il faut classer parmi ces poteries quelques poteries jaunâtres romaines, les poteries persanes, celles de Constantinople et surtout les poteries d'Égypte, auxquelles on a pendant longtemps attribué le nom de *porcelaine*. Nous ferons remarquer, pour éviter toute confusion, que la dureté de ces pâtes peut être assez grande surtout pour celles qui sont très-siliceuses.

J'ai réuni dans le tableau suivant les analyses d'un assez grand nombre de pâtes appartenant aux poteries sableuses.

POTERIES.	SILICE.	ALUMINE.	OXYDE de fer.	CHAUX	MAGNÉSIE.	EAU.
Du Châtelet (romaine)......	64,00	17,77	10,23	4,86	"	2,23
De Souaire (jaunâtre)......	65,55	22,43	8,07	1,62	traces	1,50
Du Luxembourg...........	69,00	9,70	12,84	1,22	"	5,71
Du Luxembourg (grise).....	69,03	12,50	12,00	1,74	0,70	4,00
Du moyen âge............	72,55	20,27	2,54	1,04	traces	3,00
D'Égypte.................	81,00	13,50	1,00	3,00	"	1,90
De Jérusalem (brique).....	87,16	5,50	"	3,00	0,78	"
De Médine (plaque du tombeau de Mahomet).......	89,95	3,87	"	2,00	0,51	3,00
De Perse.................	90,00	1,50	1,50	3,00	0,80	0,60
D'Égypte.................	92,00	4,00	"	2,00	0,60	0,40

Si les pâtes qui précèdent offrent une grande finesse, une grande homogénéité, le caractère sableux disparaît et n'est plus appréciable que par l'analyse. On voit du reste que la teneur en acide silicique est variable entre des limites assez éloignées; on peut même se demander si des pâtes contenant, comme les poteries égyptiennes, comme ces petites figurines qu'on trouve dans les ruines de l'ancienne Égypte, 0,92 de silice et 0,04 d'alumine, sont bien réellement des poteries dans l'acception qu'il convient de donner au mot, tel que nous le comprenons. Je serais porté, même après examen, à les regarder, au moins pour quelques-unes, comme des pierres de la nature des grès naturels, concrétionnés et très-siliceux, qu'on a débités sous forme soit de vases, soit de plaques propres à recevoir des glaçures de nature très-variée.

Ces compositions très-siliceuses ne comporteraient en effet ni la plasticité nécessaire au façonnage facile, ni le liant indispensable aux autres opérations qui se succèdent dans la fabrication.

Nous n'avons pas eu dans les poteries précédentes à distinguer les espèces créées par l'application des diverses sortes de glaçures que nous avons appris à connaître.

Mais ici nous voyons apparaître des produits variés par la glaçure qui les recouvre; nous trouverons en effet des glaçures silico-alcalines, des glaçures plombifères, des glaçures stannifères, enfin des glaçures alcalino-terreuses, appliquées sur ces poteries à pâte

sableuse. Mais, hâtons-nous de le dire, nous n'avons encore affaire ici qu'à des poteries primitives, c'est-à-dire en grande partie fabriquées par des peuples d'une antiquité plus ou moins reculée, et qui ne sont plus qu'historiques, au moins pour le plus grand nombre d'entre elles.

Poteries tendres à pâte sableuse, à glaçure silico-alcaline. — A cette première espèce appartiennent un grand nombre de poteries romaines à glaçure tellement mince, qu'on n'en peut apercevoir l'épaisseur, tantôt noire et tantôt rouge. Tous les chimistes qui se sont occupés de cette question après Dolomieu, n'ont trouvé dans ces vernis, quelque nombreux que soient leurs essais, aucun indice de la présence du plomb; on sait les reproduire maintenant au moyen du silicate de soude, dont la transparence rehausse la coloration de la pâte. L'oxyde de fer contenu dans le silicate vitreux remplit sans doute le but de la chaux dans les verres ordinaires, qui, comme on le sait, perdent beaucoup de leur altérabilité dans l'eau par l'introduction dans le mélange d'une certaine proportion de cet oxyde. On peut admettre, d'après les analyses qu'on a faites antérieurement à l'époque actuelle des diverses laves, obsidiennes, basaltes, etc., que la couleur noire que certains de ces vernis présentent est due à la présence de sulfures métalliques emprisonnés dans la matière vitreuse, et cuite en l'absence d'un excès d'oxygène.

Poterie tendre à pâte sableuse, à glaçure plombifère. — Les exemples de ces poteries ne sont pas rares. Le type pourrait en être fourni par les briques et les tuiles vernissées au plomb, tout aussi bien que par une grande quantité de poteries communes fabriquées dans les localités qui présentent ou des limons sablonneux ou des argiles figulines.

On applique très-facilement sur ces sortes de produits céramiques des glaçures plombeuses; il suffit de les arroser ou de les asperger par une simple couche de sulfure de plomb naturel réduit en poudre plus ou moins fine, comme encore à l'état de lait plus ou moins épais : sous l'influence de la chaleur, le sulfure se grille, le soufre se brûlant à l'état d'acide sulfureux disparaît, et l'oxyde de plomb formé par le contact d'un excès d'oxygène se combine avec les éléments de la pâte pour former un silicate multiple d'alumine, d'oxyde de fer, de chaux, etc., qui, suffisamment fusible

par suite de l'oxyde de plomb qu'il contient, s'étend uniformément sur la poterie, et retire au corps de pâte l'inconvénient de sa porosité.

Ce que nous avons dit et répété tant de fois de l'influence qu'exerce sur le tressaillage de la glaçure la composition de la pâte, nous empêche de présenter des dosages d'une exactitude absolue. Nous ne donnerons donc ici que des compositions générales, mais à titre d'exemple. Lorsque sur la poterie on se sert d'alquifoux pur, il est indispensable d'introduire dans la pâte assez de silice à l'état de sable, pour que le silicate de plomb puisse se former facilement. Dans la fabrication de quelques poteries, on remplace l'alquifoux par de la litharge ou du minium. Sous l'influence de la chaleur, il se forme avec la plus grande facilité des silicates métalliques, fusibles aux dépens de la silice de la pâte elle-même.

Lorsque la couche de minium est suffisamment épaisse, sans l'être ni trop ni trop peu, et lorsque, du reste, la composition de la pâte elle-même est convenablement appropriée, le vernis est suffisamment glacé sans tressaillures ni ressuie. Cependant, j'ai vu l'exemple d'une litharge que j'ai reconnue pure, ne pouvoir donner de bons résultats sur certaines terres auxquelles on l'appliquait.

La pâte des poteries vernissées qu'on fait à Paris et dans les environs se compose de terre de Vanvres et d'Arcueil, dégraissée par du sable de Belleville. Ce mélange, dans lequel le sable domine, est recouvert d'une glaçure formée de la manière suivante. On mélange sans fondre :

Terre ordinaire ferrugineuse..........	29
Oxyde de plomb.....................	71

Lorsqu'on n'a pas à sa disposition un mélange naturel de terre donnant de bonnes glaçures, on peut la composer elle-même de toutes pièces et former, par exemple, un bon vernis, en mélangeant ensemble :

Minium ou litharge..............	70
Argile plastique de Vanvres......	16
Sable de Belleville..............	14

La quantité d'oxyde de plomb que renferme ce vernis et la coloration de la pâte elle-même généralement très-ferrugineuse,

s'oppose à ce que ce vernis soit incolore; il offre généralement l'aspect d'une glaçure d'un jaune plus ou moins vif.

Poteries tendres à pâte sableuse, à glaçure stannifère. — Quelques faïences arabes à pâte très-sableuse, comme les carreaux du tombeau de Mahomet à Médine, renferment dans leur glaçure de l'oxyde d'étain, qui communique à l'émail assez d'opacité pour masquer la couleur jaunâtre de la poterie. La nature siliceuse de la pâte s'accommode assez bien de la composition nécessairement alcaline de la glaçure, en sorte qu'il n'est pas difficile de composer un émail qui puisse s'appliquer sans accident, c'est-à-dire sans tressaillage ni ressuie, sur les poteries que nous considérons. Au reste, les poteries de cette nature ne présentent actuellement aucun intérêt réellement pratique.

Mais elle en prendrait un considérable si l'on donnait suite à l'émaillage des blocs de grès psammites ou autres, qu'il est facile de débiter sans trop de dépenses, en lames, carreaux, plaques, etc., répondant aux besoins des constructions salubres, satisfaisant avec une grande économie au plus grand nombre des destinations diverses en vue desquelles la fabrication de faïences s'est transformée tout récemment.

Poteries tendres à pâte sableuse, à glaçure boracique. — Les poteries que nous rangeons dans ce groupe sont celles dans la composition desquelles il entre de l'acide borique ou du borax; elles offrent jusqu'à ce jour assez peu d'intérêt au point de vue commercial, car elles coûteraient encore assez cher de fabrication à cause de l'acide qu'elles contiennent. Cette fabrication mériterait cependant qu'on lui consacrât quelques capitaux, car elle peut devenir le point de départ de poteries très-recherchées, si l'acide phosphorique du phosphate des os ou des dépôts phosphatés fossiles pouvait un jour remplacer l'acide borique dans les glaçures. Il est évident qu'avec des glaçures convenablement dosées, on établirait une poterie d'usages bien autrement salubres que ceux auxquels donnent lieu presque partout les poteries à vernis plombeux, éminemment altérables et délétères, doublement dangereux à l'égard des consommateurs pauvres, pour lesquels les maladies conduisent au chômage, c'est-à-dire à la misère.

J'ai trouvé dans quelques glaçures de poteries persanes des indices non douteux d'acide borique : c'est probablement à l'état

du tinkal fourni dans ces contrées par certains lacs ou par le commerce des Indes, que l'acide borique est introduit dans les glaçures des poteries persanes.

Poteries tendres à pâte sableuse, à glaçure alcalino-terreuse. — Lorsque la glaçure des poteries dites faïences arabes anciennes, est appliquée sur des carreaux dont la pâte est blanchâtre, c'est-à-dire lorsqu'il n'y a pas absolue nécessité de masquer la couleur de la pâte, on met la pièce en vernis au moyen d'un véritable verre formé de sable, de chaux et d'alcali: il serait peut-être convenable de créer à cette occasion le nom de poteries *enverrées*, comme nous avons dit poteries vernissées ou émaillées. Cette expression s'étendrait alors aux porcelaines dures dont la glaçure, qui a reçu le nom de couverte, n'est autre chose qu'un verre d'une grande résistance, à cause de l'alumine qu'il contient. Nous verrons qu'en Chine, on ajoute à la fusibilité de la couverte, en l'additionnant de chaux dans diverses proportions.

Quelques pâtes de la nature de celles dont nous nous occupons ont été recouvertes en France, en Angleterre, en Allemagne, par de véritables verres, dont le but était d'obvier aux inconvénients des glaçures plombifères. Dans quelques-unes on introduit du borax ou du spath fluor, dans d'autres de la craie, dans le plus grand nombre des alcalis et du sable; dans tous enfin, une certaine proportion d'argile plus ou moins pure ou des scories, des laitiers ou des laves basaltiques, pour former le silicate alcalino-terreux dont la superposition enlève à la poterie les inconvénients de la porosité, tout en lui donnant une surface parfaitement unie.

Nous avons donné plus haut des exemples de glaçure exclusivement alcaline, nous indiquerons ici deux dosages dans lesquels il entre de l'argile; ils conduisent à des poteries irréprochables sous le rapport de l'usage. Mais ils ne peuvent convenir à toute espèce de pâte, et je ne les considère que comme points de départ de proportions à trouver pour obtenir des glaçures ne tressaillant pas sur une pâte de composition donnée, la température de cuisson étant irrévocablement fixée.

	I.	II.
Argile lavée	67	80
Fluorure de calcium	33	»
Scories de forges	»	22

Poteries tendres a pate marneuse. — Nous avons dit déjà plusieurs fois qu'on ne rencontrait qu'assez rarement à la surface du sol les véritables argiles plastiques, mais que les marnes argileuses ou calcaires qui pouvaient être employées aux mêmes usages, au moins pour les poteries qui ne doivent cuire qu'à des températures comparativement assez basses, étaient beaucoup plus répandues. A la catégorie des poteries à pâte marneuse appartiennent assurément en très-grand nombre des poteries variées, non-seulement par la nature de glaçures qu'elles ont pu recevoir, mais encore à cause de la perfection avec laquelle elles ont été fabriquées et de la finesse à laquelle ont été portés tous les éléments qui les composent.

Dans ce groupe se classent en effet des poteries très-communes qui se rattachent à différentes époques, depuis les plus anciennes jusqu'aux plus modernes, et des poteries très-fines, très-remarquables et très-recherchées, celles surtout qui nous ont transmis les documents les plus précieux sur l'art de la Grande Grèce et de l'Empire romain. Le tableau qui suit contient, d'après MM. Buisson et Salvétat, les analyses d'un assez grand nombre de ces poteries; elles renferment une quantité de chaux assez considérable, mais qui ne s'élève guère au delà de 10 pour 100; elles sont généralement ferrugineuses, et la présence simultanée du fer et de la chaux leur communique une fusibilité qui limite à des températures assez basses leur point de cuisson.

	SILICE.	ALUMINE.	OXYDE de fer.	CHAUX.	MAGNÉSIE.	EAU.
POTERIES ROMAINES.						
Rouge, localité incertaine...	56,00	25,00	7,00	9,00	2,00	"
Rouge du Luxembourg.	54,39	24,24	10,24	9,25	"	1,68
POTERIES GRECQUES D'ITALIE.						
Vase de Canino............	55,49	19,21	16,55	7,48	1,27	"
Phiale campanienne........	52,95	27,15	12,89	5,25	1,76	"
Cylix campanienne.........	55,10	18,36	16,54	9,00	1,00	"
Cylix campanienne.........	60,00	13,63	19,00	5,91	1,46	"
Cylix campanienne..	57,50	18,00	14,24	7,73	2,56	"
Vase campanien...........	54,25	18,91	15,51	9,50	1,83	"

Les dernières analyses ont été faites sur des échantillons portés à la température rouge. La chaux n'y est pas à l'état de chaux carbonatée, car les pâtes en poudre ne font pas effervescence : elle y est engagée sans doute à l'état de silicate, par suite de l'action de la chaleur sur le carbonate de chaux ou la marne en présence de la silice contenue dans l'argile; il se pourrait encore cependant que la chaux ait été présentée au mélange sous forme de pouzzolane.

Poteries tendres à pâte marneuse, à glaçure silico-alcaline. — Les poteries fines dont nous venons de donner les compositions élémentaires et qui appartiennent aux époques reculées de l'art grec et romain, ne sont pas seulement remarquables au point de vue de la finesse de la pâte, de l'habileté avec laquelle elles ont été façonnées; elles le sont encore par la nature du vernis mince et parfaitement glacé dont elles sont recouvertes. Ce vernis se trouve tellement adhérent à la surface de la pâte, qu'il semble que la poterie n'ait été lustrée que par l'effet d'un commencement de vitrification de la surface. Il n'a pas été facile de définir la nature de cette glaçure, dont les qualités sont telles, qu'elle a pu résister aux injures du temps et dans les conditions les plus favorables à son altération pendant un grand nombre de siècles. Mais comme elle écaille sur quelques échantillons, nous avons pu, toutefois après des précautions minutieuses, en détacher assez pour en faire l'analyse. Nous avons trouvé, ce que Chaptal, M. de Luynes, M. Malaguti, M. Buisson, avaient avancé déjà, que cette glaçure ne renfermait pas de plomb.

Cette glaçure est exclusivement formée de silice et d'alcalis avec de l'oxyde de fer ou de la chaux dans des proportions plus ou moins considérables. Elle est transparente, vitreuse, paraissant sans couleur par elle-même, mais rehaussant celle de la pâte. Elle est quelquefois noire; on peut admettre qu'elle a la composition d'un verre coloré par des sulfures métalliques, et qu'il faut la cuire à l'abri du contact de l'air.

Le vernis noir, appliqué sur les poteries romaines en toute surface, s'appliquait sur les poteries grecques tantôt en pleine surface, tantôt en dessins, qui laissaient voir le corps du vase avec sa couleur propre. Différentes circonstances, se rattachant sans doute à la composition de l'atmosphère au sein de laquelle la poterie a

reçu la cuisson nécessaire pour la rendre indélayable et résistante, ont transformé le noir pur en noir plus ou moins métallique, en couleur bronze plus ou moins chaud, et quelquefois en rouge plus vif que la couleur propre du vase lui-même. Ce dernier fait indiquerait que le sulfure de fer joue un rôle utile dans la coloration.

M. Buisson avait trouvé dans un vernis de poterie romaine, déduction faite de la pâte, les nombres de la première colonne; j'ai trouvé ceux de la deuxième et troisième.

	I.	II.	III.
Silice	64,00	45,30	50,50
Alumine	0,00	11,90	»
Oxyde de fer	11,00	16,70	17,00
Chaux	0,00	5,70	»
Alcali	20,00	17,10	»
Magnésie	0,00	2,30	»

Nous ne parlerons ici que des vases à glaçure transparente. Ces poteries sont en effet les seules sur lesquelles nous avons opéré. Ces résultats ont été contrôlés par la synthèse.

Nous avons appliqué sur des fragments de poterie rouge des verres faits avec les dosages suivants :

	I.	II.	III.	IV.	V.
Carbonate de soude fondu	48	48	30	00	00
Carbonate de potasse à 0,50 d'alcali	»	»	»	60	60
Sable d'Etampes	53	40	70	70	70
Craie	5	12	30	30	40

On fond dans un creuset avec un bon coup de feu. Le vernis n° I appliqué mince, fond très-bien sans écailler, en rehaussant le ton de la pâte : le vernis n° II est bon pour recevoir la matière qui donne le noir.

Les compositions III, IV et V sont moins fusibles que les précédentes, mais elles s'appliquent parfaitement encore à des terres moins calcaires que ne le sont les poteries romaines ou grecques pouvant ainsi supporter sans s'altérer une chaleur plus intense.

Pour citer un exemple, la composition n° V a donné de très-bons résultats sur une terre formée de la manière suivante, et cuite au fort dégourdi des fours à porcelaine de Sèvres:

Argile de Retourneloup	50
Argile de Fresles (Seine-Inférieure)	25
Sable d'Aumont	25

Ce mélange a même pu admettre 3 pour 100 d'oxyde d'iridium et glacer parfaitement pour donner un noir qui pût imiter le noir des poteries campaniennes. Mais sur cette même composition la glaçure n° IV tressaillait à la façon du truité des Chinois en craquelures excessivement serrées, à moins d'être chauffées longtemps et soumises à des températures très-élevées sur un biscuit très-dense et sous une faible épaisseur.

La terre ferrugineuse de Fresles pure reçoit très-bien aussi la glaçure n° V.

Les composés dont nous venons de parler sont éminemment alcalins, mais lorsqu'ils sont appliqués sur la pâte et suffisamment cuits, ils résistent comme les vernis anciens aux mêmes influences; il est probable que l'excès d'alcali pénètre dans la pâte elle-même et s'y combine.

Poteries tendres à pâte marneuse, à glaçure stannifère. — L'expérience a démontré, nous reviendrons du reste sur ce fait, que les glaçures opaques à base d'oxyde d'étain ne s'appliquent sans gerçures que sur les pâtes très-chargées de calcaire.

Toutes les recettes indiquées pour la composition de l'émail oscillent autour de la suivante, qui tient à peu près le milieu comme fusibilité.

Calcine composée d'étain	20	44
» de plomb	100	
Minium		2
Sable de Decize		44
Sel marin		8
Soude d'Alicante		2

La calcine se fait dans la fournette que nous avons dessinée page 147, et le mélange de calcine, de sable, de minium, de soude et de sel se fond dans les fours au-dessous de la voûte qui forme le sol sur lequel reposent les pièces à cuire.

M. Barral a fait voir que lorsque les pâtes sur lesquelles on applique les glaçures stannifères à base d'étain ne renferment pas assez de chaux, la glaçure tressaille et se gerce, et des analyses

précises ont démontré que les compositions dans lesquelles il n'entrait pas de calcaire ou de marne, ne pouvaient servir à la confection des faïences ingerçables; il est vrai que le fabricant est ici placé toujours entre deux écueils pour les faïences qui doivent être directement en contact avec les foyers et qui, telles que les carreaux de faïence, sont destinées à la confection des poêles. Il est certain que la présence d'une grande quantité de chaux rend fragiles ces carreaux, dont la détérioration est alors très-prompte. Les analyses faites par M. Barral ont indiqué d'une manière rationnelle la voie que les faïenciers doivent suivre pour établir des produits bien faits qui répondent au but de leur destination.

L'embarras dans lequel se trouve le fabricant de poteries usuelles n'est pas moindre que celui dans lequel est placé le poêlier; car si la terre contient assez de chaux pour que l'émail blanc ne se détache pas par écailles, il est indispensable que la glaçure brune ne se dessèche pas et qu'elle conserve une teinte brillante: ce résultat ne peut être obtenu que lorsque la pâte n'est pas trop calcaire.

Quand on fait un mélange de ces terres sous les volumes suivants, on obtient une poterie qui reçoit parfaitement le brun: la glaçure est parfaite; elle résiste sans se dessécher aux plus forts coups de feu des fours de faïence. Mais le blanc est peu glacé, il tressaille même en magasin et après un court usage, il est parsemé de milliers de petites raies qui, devenant noires par les liquides, lui donnent un aspect désagréable; cette terre sans être bonne pour les feux de cuisine y résiste cependant un peu.

Glaise........................	500
Sable argileux................	334
Marne.........................	166

Poteries tendres à pâte marneuse, à glaçure boracique. — On trouve que les premiers essais de l'introduction de l'acide borique dans les glaçures des poteries, ont eu lieu sur des poteries à pâte marneuse rentrant dans cette classe; mais comme la pâte était assez fusible et que la glaçure demandait un feu soutenu pour se glacer complétement, on a dû modifier ces pâtes pour se rapprocher davantage des terres de pipe et des faïences façon anglaise.

Poteries tendres à pâte marneuse, à glaçure alcalino-terreuse. — Les observations que nous venons d'exposer ici pour la glaçure

boracique se présentent également, à plus forte raison, même avec les pâtes marneuses recouvertes de glaçures contenant de la chaux : car ici, pour obtenir une glaçure satisfaisante, il est indispensable de chauffer assez pour que le calcaire se combine avec la silice, et dans ce cas la glaçure est facilement absorbée. On trouve la preuve de ce fait dans quelques poteries à pâte tendre qui ne sont pas convenablement cuites pour n'être pas imperméables et qui ont conservé quelque porosité : il est à peu près impossible de les recouvrir d'une glaçure même plombeuse, sans qu'elle soit plus ou moins fortement ressuyée.

Poteries tendres a pate calcaire. — Nous commencerons par présenter une observation très-importante : il n'est pas indispensable pour nous que la chaux ait été mélangée dans la pâte crue à l'état de craie ou à l'état de marne; nous nommerons pâte calcaire toute pâte qui contiendra plus de 10 pour 100 de chaux. Cette chaux, en grande partie à l'état de carbonate de chaux, donne à la poterie réduite en poudre la propriété de faire effervescence avec les acides. Nous avons indiqué plus haut quel était le rôle de la chaux dans ces composés; on l'introduit pour donner à la glaçure opacifiée par l'étain une résistance indispensable aux usages culinaires : cette même adhérence de la glaçure pourrait être obtenue par beaucoup d'autres moyens, comme l'addition de frittes alcalines; mais il est évident que l'addition du calcaire est de beaucoup plus économique.

On peut à volonté prendre le calcaire ou dans les calcaires grossiers qu'il faut broyer, ou dans la craie qu'il suffit de laver, ou dans la marne calcaire qui doit être délayée. Ces éléments sont introduits dans les pâtes en vue de la fabrication des pâtes colorées qu'il est convenable de recouvrir d'une glaçure qui cache et masque la couleur désagréable de la pâte.

Nous verrons dans un instant qu'il y a du danger, au point de vue de la réussite des pièces, à dépasser une certaine limite dans la quantité de chaux que la poterie contient. Nous avons réuni dans le tableau suivant un assez grand nombre d'analyses de pâtes calcaires. On peut voir que toutes ces compositions correspondent à des pâtes de faïences communes à base d'étain, et comme elles proviennent de localités très-éloignées et de fabrications d'époques très-variées, il est évident encore que les conséquences auxquelles

elles conduisent présentent le caractère d'une grande généralité. On voit que certaines terres renferment jusqu'à 22 pour 100 de chaux. A ces analyses, que j'ai faites au laboratoire de Sèvres sur la demande et d'après les instructions de M. Brongniart, je joins deux analyses de faïences ingerçables faites par M. Barral et qui confirment les résultats que nous avançons.

PROVENANCE.	SILICE.	ALUMINE.	CHAUX.	MAGNÉSIE.	OXYDE de fer.	ACIDE carbonique.
1. De Luca della Robia....	49,65	15,50	22,40	0,17	3,70	8,58
2. De Majolica............	48,00	17,50	20,12	1,17	3,75	9,46
3. D'Espagne (ancienne)...	46,04	18,45	17,64	0.87	3,04	13,96
4. De Valence (moderne)..	51,55	20,52	13,64	1,24	2,63	10,42
5. De Manassès...........	54,71	18,80	19,69	traces	2,20	4,60
6. De Delft......	49,07	16,19	18,01	0,82	2,82	13,09
7. De Perse...............	48,54	12,05	19,25	0,30	3,14	16,72
8. De Nevers.............	56,49	19,22	14,96	0,71	2,12	6,50
9. De Rouen..............	47,96	15,02	20,24	0,44	4,07	12,27
10. De Paris.	61,50	12,99	16,24	0,15	3,01	6,10
11. De Pichenot (ingerçable).	56,30	26,60	14,70	traces	1,30	1,10
12. De Pichenot (ingerçable).	55,40	29,20	13,20	traces	0,90	1,30

Ces diverses poteries font effervescence quand on les traite par des acides étendus après qu'on les a complétement submergées pour dégager l'air que leur poussière peut renfermer. Nous n'aurons à trouver dans les poteries composées, dérivées de cette poterie simple, que les poteries à glaçure plombeuse et les poteries à glaçure stannifère. Nous ne pouvons avoir aucun exemple à citer de poteries dont la pâte contient la quantité de chaux que nous admettons et qui soit recouverte de glaçures alcalines, boraciques ou alcalino-terreuses.

Poteries tendres à pâte calcaire, à glaçure plombeuse. — La plupart des fabriques de faïence commune font, en même temps que leurs produits à glaçure opaque qui corrige la coloration de la pâte, des ustensiles à meilleur marché, plus communs, qui sont simplement recouverts d'une glaçure plombeuse. Ce vernis transparent, légèrement coloré en jaunâtre, ne donne pas des poteries

d'une grande résistance, mais elles sont parfois d'une couleur agréable lorsque la pâte n'est pas naturellement d'un ton brun-rouge foncé. Pour éviter la confusion dans les pâtes, la fabrique n'adopte journellement qu'une seule composition, et c'est sur cette même pâte qu'on applique à volonté le vernis plombifère ou la glaçure opacifiée par l'oxyde d'étain. A cette catégorie se rapportent quelques spécimens pris dans l'ancienne fabrication du Beauvoisis, beaucoup plus renommée pour ses grès communs et ses grès fins.

Nous donnerons quelques exemples de composition de pâtes en étudiant les faïences à glaçure opaque; mais nous insistons sur ce point que ces dosages ne peuvent être absolus, car les argiles, les marnes et les sables qu'on emploie pour ces fabrications varient de composition avec les localités et la profondeur de la carrière, souvent dans des proportions considérables.

Poteries tendres à pâte calcaire, à glaçure stannifère. — La fabrication des faïences communes, encore très-importante aujourd'hui, repose en général sur l'emploi de mélanges de sables, d'argile plus ou moins plastique et marneuse qu'on nomme *glaise* et de marne pure. Voici quelques exemples :

	I.	II.	III.
Glaise..................	25	22	50
Sable argileux..........	25	11	33
Marne...................	50	67	16

Si l'on prend en volumes la composition nº I, on obtient une pâte qui paraît très-convenable pour recevoir l'émail blanc formé de :

Calcine................	100 kilogr.
Sable de Decize........	100
Sel marin..............	24

On compose la calcine en mélangeant à l'état métallique 80 parties de plomb et 20 parties d'étain. On peut remplacer dans le dosage qui précède les 24 kilogrammes de sel marin par 12 kilogrammes de sel marin et 12 kilogrammes de carbonate de soude.

Il n'y a pas de tressaillures, si la pâte est bien cuite. Le brun vient encore bien glacé, quand il est cuit à son point, mais il est susceptible de se dessécher sur les pièces, lorsque le feu dure quelque temps avec intensité; cette poterie ainsi composée ne résiste

pas aux feux de cuisine, mais elle est d'un bon usage; ni l'émail, ni les couleurs qu'elle peut recevoir ne s'altèrent facilement.

Si dans la composition qui précède on augmente la marne en diminuant le sable pour se rapprocher, par exemple, de la formule II, les propriétés des pâtes relativement aux mêmes glaçures brunes et blanches dont nous venons de parler sont profondément modifiées. La pâte ne porte plus le brun; le blanc seul peut y être appliqué, et presque toujours le dehors des pièces se dénude, le blanc tombe par larges écailles : il faut donc se garder d'approcher de cette composition qui est cause des rebuts les plus considérables et que nous donnons ici comme une limite dont il faut toujours s'éloigner.

La composition III convient très-bien au brun, mais le blanc ne glace pas; il tressaille même en magasin.

Les matériaux qui sont employés dans les dosages I, II, III sont employés dans la fabrication de Sinceny. Les essais ont été faits, sur ma demande, par M. Moulin, qui a bien voulu mettre à ma disposition son expérience consommée. J'ai réuni dans le tableau qui suit la composition de la marne, du sable et de la glaise dont il fait usage et je les ai fait suivre de celle des pâtes faites correspondantes aux dosages que j'ai donnés sous les marques I, II, III.

	SILICE.	ALUMINE.	CHAUX.	MAGNÉSIE.	OXYDE de fer.	ACIDE carbonique.	EAU.
Glaise	45,00	22,80	4,00	traces	7,30	3,30	17,50
Sable argileux	74,95	11,00	1,66	0,29	5,50	"	6,60
Marne	25,50	6,00	32,00	0,05	4,00	28,70	3,80
Faïence n° 1	39,50	12,00	20,00	0,20	5,35	15,70	7,30
Faïence n° 2	36,50	10,50	25,00	0,00	5,40	20,00	6,00
Faïence n° 3	53,00	14,60	12,20	0,70	5,50	9,60	4,40
Faïence blanche n° 4	58,00	35,00	3,5	"	"	3,5	"
Faïence brune n° 5	57,00	38,00	2,5	"	"	2,5	"

Les pâtes dites n° 1, n° 2 et n° 3 ont été analysées avant toute cuisson; on les a fait sécher à + 100 degrés. Elles correspondent aux dosages que nous avons donnés plus haut.

On voit, d'après ces résultats, que les indications que nous avons présentées plus haut se vérifient d'une manière complète; la quantité de chaux, c'est-à-dire 0,20, se confond avec celle qu'ont offerte des plus belles faïences de Lucca della Robia, de Manassès, de Perse, de Rouen, etc., tout en tenant compte de la différence qui tient à ce que les faïences de Sinceny ne sont qu'à l'état cru; mais ces résultats infirment les données posées par Bastenaire qui, dans son ouvrage, avait admis comme règle absolue les compositions n° 4 et n° 5 pour les faïences blanches et les faïences brunes. D'ailleurs, ces dernières compositions sont beaucoup trop rapprochées pour qu'elles permettent d'expliquer les différences si profondes que la pratique de l'art du faïencier révèle dans les propriétés des glaçures brunes ou blanches.

On a donné beaucoup de recettes pour fabriquer la pâte de faïence. Nous ne croyons pas avoir à répéter ici celles que l'ouvrage de M. Brongniart rapporte et qu'on peut consulter avec fruit. Nous préférons en ajouter de nouvelles afin de multiplier les exemples de dosages qui conduisent à des produits bien fabriqués et dans des prix convenablement bas.

On fait à Sceaux de très-belles faïences en employant, d'après M. Auboin, fabricant de la localité, les mélanges oscillant autour des nombres suivants exprimés en volume :

Glaise verte de Fresnes........	375
Marne blanche................	300
Terre à four de Picpus........	200
Sable de Fontenay............	100
Argile de Gentilly............	25

M. Pichenot fabrique, à Paris, des faïences ingerçables, en se servant des mélanges qui suivent :

Argile plastique de Vaugirard..	250
Marne de Ménilmontant.......	250
Sable......................	130

auxquels on ajoute, pour éviter la fente à la dessiccation et comme matière antiplastique :

Ciment......................	370

Ce ciment provient du broyage des biscuits; il ne change donc pas la composition. Si nous rapprochons cette composition de celle de Sinceny n° I, qui peut servir comme un type, d'après les essais comparatifs auxquels M. Moulin s'est livré, nous voyons apparaître l'influence qu'exerce, sur la composition, l'emploi de matières qui sont cependant réunies dans la même classification minéralogique. Il ne faut jamais perdre de vue cette considération dans les essais céramiques; elle est telle, que dans l'état actuel de la fabrication, les recettes ne doivent être considérées que comme des jalons; elles ne peuvent présenter un caractère d'exactitude; les substances qui n'affectent pas la forme cristalline ne l'offrent que rarement.

POTERIES DEMI-DURES.

Nous arrivons à l'étude des pâtes établissant un passage naturel des pâtes tendres aux pâtes aussi dures que les poteries de grès. Si dans ces poteries nous voyons intervenir la chaux, elle n'existe plus qu'à l'état accidentel, et d'ailleurs la température à laquelle la poterie a été cuite s'oppose à ce que la pâte conserve la propriété de faire effervescence avec les acides, même dans le cas où les pâtes contiennent une quantité très-appréciable de chaux pure. Ici d'ailleurs doit intervenir, la composition restant fixe, l'influence de la température capable seule de donner à ces mêmes poteries demi-dures leur dureté caractéristique. Nous avons dit qu'on pouvait les classer dans les genres qui suivent.

Poteries demi-dures a pate argileuse. — Généralement ces pâtes sont formées exclusivement de sable et d'argile plastique; cependant quelques-unes contiennent une quantité de chaux assez notable, mais qui ne reste plus dans le mélange qu'à l'état de silicate de chaux. On trouve l'origine de ces poteries dans les terres cuites de quelques localités anciennes au Mexique, dans les faïences dites de *Bernard Palissy*, de *Henri II*, dans les diverses variétés qu'on a réunies sous le nom de terre de pipe et qu'on ne fabrique maintenant que sur une petite échelle. Quelques pâtes qu'il faut rapporter à ce genre contiennent de la chaux, et nous citerons celles de Lunéville. Nous avons réuni dans le tableau suivant quelques analyses de pâtes que nous rapportons à cette classe; elles ont été bien dépouillées de vernis.

FAÏENCE.	SILICE.	ALUMINE.	CHAUX.	MAGNÉSIE.	OXYDE de fer.	ALCALIS.
De Bernard Palissy...	67,50	28,51	1,52	"	2,05	traces
De Henri II..........	59,10	40,24	"	"	"	"
De Lunéville........	67,39	16,00	13,16	1,02	2,01	traces

La dernière terre, qui est assez répandue, a pris le nom de terre de pipe marnée. Il entre du sable dans la composition de ces terres; il faut se rappeler ici la différence qui distingue le sable et le silex : l'introduction du silex est le point de départ de l'amélioration des poteries de belle qualité, qu'on fabrique presque exclusivement en Angleterre.

Les poteries demi-dures à pâte argileuse peuvent recevoir toutes les glaçures qui forment les espèces que nous avons admises. Nous allons citer quelques exemples.

Poteries demi-dures à pâte argileuse, à glaçure silico-alcaline. — L'ancienne fabrication des Mexicains offre quelques ouvrages de ce genre; la pâte est beaucoup plus dure que celle des poteries romaines ou grecques, de plus elle est brunâtre et recouverte d'une glaçure mince dont tous les caractères et toutes les propriétés se rapportent au même type des glaçures silico-alcalines que certains peuples appliquaient avec une rare perfection sur les poteries dont ils faisaient usage.

Nous renverrons donc pour les détails à ce que nous avons dit des poteries grecques ou romaines.

Poteries demi-dures à pâte argileuse, à glaçure plombifère. — C'est à ce genre qu'il convient de rapporter certaines poteries de Bernard Palissy. La coloration légère de la pâte n'exigeant plus la nécessité d'une glaçure opacifiée par l'étain, nous voyons apparaître des poteries assez blanches, recouvertes d'une glaçure purement plombeuse; mais si ce caractère n'était pas présenté par les produits du célèbre potier de Saintes, on le verrait développé d'une manière remarquable dans cette poterie qui a reçu le nom de *faïence de Henri II*, et qui se place par la date de sa fabrication bien avant les premiers essais de faïence anglaise, en re-

portant même à 1680 l'origine de cette dernière poterie, à fortiori bien avant les découvertes de Wedgwood, qui datent des premières années du XVIIIe siècle.

Poteries demi-dures à pâte argileuse, à glaçure stannifère. — On trouve le type de cette fabrication en remontant à l'époque la plus reculée dans un grand nombre des poteries si célèbres de Bernard Palissy. Elles diffèrent complétement des faïences communes que nous avons étudiées plus haut, et comme il n'entre que peu d'oxyde d'étain dans la glaçure de ces spécimens, la composition n'est pas calcaire. Dans les échantillons qui doivent retirer de la présence de l'oxyde d'étain une grande dureté pour résister mieux que les terres de pipe ordinaires aux usages de la table, il faut faire intervenir la chaux, et nous voyons dans la faïence de Lunéville cette terre s'élever jusqu'à 0,13.

Poteries demi-dures à pâte argileuse, à glaçure boracique. — Quoique la particularité que présente la faïence de Rubelles ne réside pas dans la nature chimique de la pâte ou de la glaçure, mais bien dans le genre de décoration qu'elle reçoit, coloration provenant de l'accumulation sur certains points déterminés à l'avance par des creux plus ou moins profonds de matières vitreuses, ornements coloriés, nous pensons qu'elle donne une idée bien exacte du genre de produits dont nous nous occupons; il entre en effet dans cette poterie, comme base de la pâte, de l'argile de Montereau, et la glaçure qu'on pourrait rendre un peu plus dure contient une certaine quantité de borax. Ce vernis est généralement coloré par des oxydes métalliques: en vert par de l'oxyde de cuivre, en bleu par de l'oxyde de cobalt, en gris violâtre par le manganèse, en brun jaune par de l'oxyde de fer. Le vernis incolore paraît toujours brunâtre à cause de l'oxyde de fer que la pâte renferme et qui ne disparaît pas sous la glaçure.

Poteries demi-dures à pâte argileuse, à glaçure alcalino-terreuse. — Un grand nombre de tuiles, de briques, de carreaux, doivent être classés parmi ces produits, car ils ne sont pas fortement cuits; ils n'offrent pas une très-grande dureté. Des raisons d'économie ont engagé les fabricants à recouvrir ces produits de matières basaltiques, ou laviques naturelles, de scories de hauts fourneaux, ou de mélanges alcalins sableux, auxquels on ajoute des proportions variables de chaux pour augmenter la fusibilité.

POTERIES A PATES DURES.

Ici nous entrons dans les perfectionnements récents qu'on a fait subir aux poteries dites primitivement *terre de pipe;* on les a rendues plus dures en ajoutant du silex et du feldspath à la pâte, en même temps qu'on augmentait la dureté de la glaçure et son brillant par l'introduction du borax; ce dernier perfectionnement n'a pas précédé le blanchiment de la pâte et sa plus grande résistance au feu, mais il en fut la conséquence. A ces perfectionnements se rattachent d'une manière honorable pour l'Angleterre les travaux du célèbre Wedgwood et de tous les potiers qui l'ont suivi dans la voie de recherches opiniâtres qu'il avait ouverte à ses nombreux émules. Nous aurons à distinguer dans ces pâtes :

1°. Les poteries à pâte silexée;
2°. Les poteries à pâte ferrugineuse;
3°. Les poteries à pâte feldspathique.

Les faïences fines anglaises, les grès communs et les grès fins anglais composent ces trois genres.

Poteries dures a pate silexée. — Les alcalis commencent à jouer un rôle dans ces pâtes, aussi faut-il les doser avec soin lorsqu'on fait aujourd'hui l'analyse d'une pâte de faïence fine. Voici les résultats que j'ai trouvés dans diverses poteries de ce genre :

PROVENANCE.	SILICE.	ALUMINE.	OXYDE de fer.	CHAUX.	MAGNÉSIE.	ALCALIS
Faïence de Creil......	66,10	32,20	0,55	0,14	"	1,10
Faïence de M. Minton.	72,60	24,10	1,10	"	"	2,20
Faïence de Wedgwood	76,10	20,45	1,00	0,75	0,14	1,60

On trouve dans les livres anglais un grand nombre de compositions qui sont plus ou moins propres à donner des résultats satisfaisants; la difficulté dans ces sortes de fabrications n'est pas tant du reste d'avoir de bonnes pâtes que de connaître la composition d'une glaçure qui s'accorde assez bien avec ces pâtes pour ne gercer ni tressailler, quelle que soit la durée de la pièce. Nous ne répéterons pas ici les dosages que contiennent les ouvrages déjà publiés; nous y renverrons, mais nous présenterons de nou-

velles compositions qui ont donné des résultats satisfaisants. Elles nous ont été communiquées à l'occasion des travaux des jurys pour les expositions universelles de 1851 et 1855. Nous ne séparerons pas les pâtes et les glaçures qui leur sont applicables. A titre général, la composition des pâtes se rapproche de la suivante :

Argile plastique...............	80	—	65
Silex pyromaque broyé........	20	—	35

Une partie de l'argile peut être remplacée par des kaolins lavés. On peut en même temps substituer une certaine quantité de feldspath ou de pegmatite à son poids de silex.

Poterie dure à pâte silexée, à glaçure silico-alcaline. — Les faïences fines des frères Ellers recevaient dans l'acte de la cuisson et par volatilisation une certaine quantité d'alcali, qu'on appliquait en couches épaisses dans l'intérieur des étuis. Il se formait alors sur la surface de la pièce un verre alcalin très-mince, donnant à la poterie un certain brillant qui respectait les détails de la sculpture dont ces pièces étaient ornées. Voici, parmi plusieurs, un exemple de mélange pouvant se volatiliser dans les circonstances citées ici :

Sel marin......................	70
Carbonate de soude............	20
Oxyde de plomb..............	10

Le sel marin et le carbonate de potasse se volatilisent et se décomposent à la surface de la poterie qui doit être, en vue de la réussite, chargée d'une grande quantité de silice.

Poteries dures à pâte silexée, à glaçure plombifère. — Les poteries que le premier Wedgwood avait créées sous le nom de *cream colour,* rentrent précisément dans l'espèce dont nous nous occupons ; le borax ne fut employé que plus tard.

Si l'on fait fondre :

Sable..................	30	—	35
Minium................	45	—	45
Soude à 70 degrés.......	15	—	15
Verre ordinaire.........	10	—	15

on obtient de belles glaçures brillantes, mais beaucoup trop rayables et qui fondent trop promptement. Ces glaçures donnent par leur

application sur les pâtes ci-dessus désignées, la reproduction des poteries du célèbre Wedgwood.

Poteries dures à pâte silexée, à glaçure stannifère. — C'est à Lunéville qu'on a preparé depuis assez longtemps la faïence fine émaillée, comme on y avait fabriqué la terre de pipe émaillée que nous avons étudiée déjà. La dureté de l'émail a fait tenter quelques essais dans le but de durcir la glaçure de ces sortes de poteries; mais la concurrence des porcelaines, celle des cailloutages, ont empêché l'extension de cette fabrication; son prix est assez élevé par l'intervention de l'oxyde d'étain dont la valeur croît tous les jours.

Poteries dures à pâte silexée, à glaçure boracique. — L'espèce céramique dont nous parlons maintenant est la véritable faïence fine; c'est à des variétés de cette espèce qu'on a donné le nom de *porcelaine opaque,* croyant relever par cette désignation, qui n'a pas de sens, la valeur du produit; on oubliait que le caractère propre des porcelaines est la transparence.

Je réunis ici quelques dosages inédits qui donnent, tant à Creil qu'à Kéramis, à Forges-les-Eaux, à Saint-Amand, de bons résultats. La pâte se compose de la manière suivante :

A CREIL.

Argile de Montereau...........	20
Argile d'Alberstone............	20
Kaolin anglais................	30
Feldspath de Limoges..........	18
Silex broyé..................	12

A KÉRAMIS.

Argile de Montereau...........	60	—	25
Argile de Valendar............	5	—	15
Feldspalth anglais.............	10	—	15
Silex broyé..................	25	—	30
Kaolin......................	»»	—	15

A FORGES.

Terre de Forges..............	74	—	70
Silex broyé..................	13	—	20
Kaolin de Limoges.............	3	—	5
Kaolin anglais................	10	—	5

A SAINT-AMAND.

Argile de Valendar	24
Silex broyé	32
Kaolin	20
Argile d'Andennes	24

A chacune de ces compositions correspondent des glaçures différentes que nous donnons de même.

La glaçure de Creil s'obtient en faisant fondre au four à réverbère, avec des traces d'oxyde de cobalt :

Borax	40
Feldspath	25
Carbonate de chaux	20
Minium	20
Chaux	19
Oxyde de plomb broyé	19

On obtient un verre qu'on mêle broyé dans l'eau, dans les proportions suivantes, avec du feldspath et du silex :

Verre ci-dessus fondu	62
Feldspath	13
Silex broyé	25

J'avais trouvé dans une glaçure de cette manufacture dont j'avais à faire l'analyse sur un échantillon brut et non prélevé sur une pièce cuite en vernis :

Humidité et acide carbonique	3,60
Silice	56,00
Oxyde de plomb	10,58
Alumine	4,80
Oxyde de cobalt	traces
Chaux	7,48
Magnésie	traces
Potasse et soude	9,29
Acide borique	7,25

En supposant exacts ces résultats de l'analyse, on peut les concevoir fournis par le dosage suivant :

Borax anhydre	10
Feldspath	25
Cristal	25
Craie	15
Quartz	30

Ces dosages sont un peu différents de ceux qui les précèdent; mais ils prouvent bien l'emploi dans ces glaçures du carbonate de chaux: la présence du silicate de chaux dans cette circonstance me paraît digne d'être signalée.

Dans la manufacture de Kéramis, dont nous avons donné la composition des pâtes, on fait le vernis en commençant par faire fondre:

Kaolin anglais	10
Sable quartzeux	30
Feldspath	15
Carbonate de chaux	15
Borax anglais	30

On ajoute :

Oxyde de cobalt	0,02

On mêle le verre obtenu par la fusion de cette masse avec du feldspath dans la proportion suivante :

Fritte	50
Céruse	25
Feldspath de Bayonne	25

Une fritte bleue qu'on ajoute en plus ou moins grande quantité sert à corriger le ton jaunâtre que la terre possède presque toujours.

Le minium n'entre que pour 15 pour 100 environ dans cette glaçure : aussi est-elle, lorsqu'elle est fondue, d'une grande dureté et d'un bon emploi dans l'usage.

J'ai reçu communication des dosages de Saint-Amand; bien évidemment ces doses qui comportent en minium le double du poids du sable ne conviendraient que peu pour donner une glaçure résistante à l'usage.

Ces dosages contiennent :

Minium	600
Sable	300
Craie	30
Feldspath	35
Borax	35

Nous terminerons ici l'indication de ces compositions par celle des faïences de Forges, qui donne de très-beaux résultats sur la composition de terre que nous avons citée :

Carbonate de plomb	54
Cristal (cassons)	27
Minium	7
Silex	12
Borax cristallisé	1

Cependant il est évident que pour obtenir de véritables glaçures boraciques possédant à la fois brillant et dureté, nous devrons ajouter plus de borax et plus de silex que ce dosage n'en contient.

Nous avons fait connaître un borate de chaux natif qui s'exporte du Pérou. On le fait entrer en Angleterre directement dans la composition des glaçures pour faïence fine. D'après M. Nathan Hacney, on le lave, puis on l'amène à l'état de poudre sèche. On ajoute 25 pour 100 de bicarbonate de soude; le tout est mélangé mécaniquement.

Pour faire un vernis, suivant que les matières doivent être fondues dans des cazettes ou dans un four à réverbère, on prend :

	I.	II.
Cornishstone	45	45
Borate de chaux mêlé de carbonate de soude.	75	50
Silex	25	25
Craie	9	9
Cristaux de soude	15	15
On calcine, puis on ajoute :		
Céruse	30	30
Oxyde cobalt	traces	traces
Oxyde d'étain	4	4
Craie	»	9
Silex	»	25

L'emploi du borate de chaux naturel réalise une économie notable.

Poterie dure à pâte silexée, à glaçure alcalino-terreuse. — Je ne connais pas encore d'exemple de cette espèce de poterie ; il ne me semble cependant pas difficile de l'établir, car les argiles mêlées de silex peuvent supporter une température élevée sans se fondre, et certainement on leur appliquerait avec avantages les glaçures analogues à celles de la porcelaine dure, même en économisant le combustible par l'addition au feldspath d'une certaine proportion de carbonate de chaux. On a vu qu'en Angleterre on diminuait déjà beaucoup la quantité d'oxyde de plomb contenu dans les glaçures ; il faudrait le supprimer complétement en le remplaçant par de la chaux ou tout autre oxyde terreux. On créerait ainsi pour les classes moyennes une poterie salubre et d'un excellent usage.

POTERIES A PATE DURE FERRUGINEUSE. — Cette classe de poteries est généralement formée par les grès communs ; ils peuvent recevoir des glaçures de nature bien variée et présenter des températures de cuisson très-différentes.

J'ai cherché, par des analyses comparatives, à ramener la composition des grès à des proportions simples et définies. Fréquemment consulté sur la valeur pour la fabrication des grès cérames de certaines argiles plastiques, j'ai voulu voir par l'analyse des quantités de silice et d'alumine que les grès renferment dans quelles limites ces éléments pouvaient varier, en prenant en considération la nature du vernis dont ces produits céramiques sont recouverts. J'ai choisi pour point de départ les grès les plus connus, ceux dont les bonnes qualités ont assuré la réputation, et je les réunis ici quoique plusieurs appartiennent aux pâtes non colorées. Cinq avaient reçu leur glaçure par des procédés divers, cinq autres étaient à l'état de grès mats.

Tous ces grès ont été pulvérisés, puis traités par l'eau et séchés : l'eau ne leur a rien enlevé. Il était indispensable de leur faire subir cette opération, afin de ne pas considérer comme partie constituante les alcalis qui auraient pu pénétrer mécaniquement la pâte pendant l'opération du salage, et qui n'auraient été qu'interposés.

On a traité par l'acide fluorhydrique la poudre fine séchée, puis les éléments ont été séparés par les procédés ordinairement employés et que nous décrivons plus loin. La silice a été dosée directement dans une attaque au carbonate de soude.

Les tableaux qui suivent renferment les résultats obtenus par cette méthode.

Grès cérames lustrés et glacés.

PROVENANCE DU GRÈS.	SILICE.	ALUMINE.	OXYDE de fer.	CHAUX.	MAGNÉSIE.	ALCALIS.
1. Vauxhall.	74,00	22,04	2,00	0,60	0,17	1,06
2. Helsinborg........	74,60	19,00	4,25	0,62	traces	1,30
3. Frechen..........	64,01	24,50	8,50	0,56	0,92	1,42
4. Voisinlieu........	74,30	19,50	3,90	0,50	0,80	0,50
5. Saint-Amand......	75,00	22,10	1,00	0,25	traces	0,84

1. Grès de Vauxhall : pâte blanchâtre, fine, bien tournée; surface extérieure poreuse, vernissée au sel marin.

2. Grès de Helsinborg en Scanie : pâte grisâtre, grossière, mal tournée, vernissée au sel marin.

3. Grès de Frechen : pâte brun foncé, fine, bien tournée, à couverte terreuse.

4. Grès de Voisinlieu, fabrication de M. Ziégler : pâte blanchâtre, fine, bien travaillée, vernissée au sel marin.

5. Grès de Saint-Amand : pâte commune à couverte terreuse; M. Berthier avait analysé ce grès. Cette analyse confirme la sienne.

Grès cérames mats.

PROVENANCE DU GRÈS.	SILICE.	ALUMINE.	OXYDE de fer.	CHAUX	MAGNÉSIE.	ALCALIS.
6. Saveignies.......	65,80	27,64	4,25	1,12	0,64	0,24
7. Chine...........	62,00	22,00	14,00	0,50	traces	1,00
8. Japon...........	62,04	20,30	15,58	1,08	traces	traces
9. Baltimore.......	67,40	29,00	2,00	0,60	"	0,60
10. Wedgwood......	66,49	26,00	6,12	1,04	0,15	0,20

6. Grès de Saveignies : pâte brun clair, grossière, très-sonore.

7. Grès de la Chine : pâte très-fine, bien travaillée, fortement colorée en brun rouge.

8. Grès du Japon : pâte de même apparence que celle de la Chine.

9. Grès de Baltimore : pâte blanchâtre très-fine.

10. Grès de Wedgwood : pâte jaunâtre très-fine, très-sonore, bien tournée.

L'analyse de cette dernière poterie, faite il y a quelques années par M. Buisson, lui avait donné des résultats bien différents. La présence de la grande quantité de soude trouvée dans ce grès comme élément normal, me paraît inadmissible; une semblable composition analogue à celles de quelques verres à bouteille aurait certainement fondu, et il est à peine possible d'admettre la soude à l'état de mélange par la finesse du grain, car les grès du célèbre potier sont remarquables par l'imperméabilité de leur pâte. C'est le doute que je conservais à l'égard de l'exactitude de cette analyse qui m'a fait la répéter, et les résultats auxquels je suis arrivé font disparaître toute incertitude.

Pour vérifier la valeur des données fournies par l'analyse, et constater l'influence de la température sur la fusibilité d'un composé de cette sorte, j'ai soumis à la température des fours à porcelaine de Sèvres, des fragments des grès analysés, et pour la plupart, ils ont subi cette température sans s'altérer.

Cependant, les grès n°s 7 et 8 de la Chine et du Japon se sont considérablement ramollis et agglutinés. Le grès n° 3 de Frechen s'est un peu affaissé. L'intensité de la coloration qu'ont prise ces diverses poteries s'est maintenue proportionnelle à la quantité d'oxyde de fer indiquée dans l'analyse.

Les résultats qui précèdent, obtenus sur des produits venant de localités très-éloignées, mettent en évidence que sous le rapport de leur contenance en silice, en n'ayant pas égard à la température nécessaire pour les cuire, les grès cérames peuvent être séparés en deux groupes : l'un siliceux, renfermant les grès à 0,75 d'acide silicique; l'autre moins siliceux, renfermant les grès qui ne contiennent que de 0,62 ou 0,66 de cet acide. Le reste des éléments dans les deux groupes se compose d'alumine, d'oxyde de fer, de chaux, de magnésie et d'un peu d'alcali, l'alumine étant toujours l'élément dominant.

La fusibilité du composé, et par conséquent la température à laquelle il convient de porter la poterie pour la cuire sans déformation, dépend des proportions de ce mélange.

La composition chimique de la pâte paraît, du reste, intimement liée, comme je l'ai dit page 145, à la nature du vernis dont elle est recouverte. En jetant un coup d'œil sur le deuxième tableau, qui contient les grès mats, on voit immédiatement que ces grès se classent tous dans le deuxième groupe, tandis que ceux qui composent le premier tableau appartiennent au premier groupe, à une seule exception fournie par le grès de Frechen, recouvert d'une glaçure terreuse. Les grès n°s 1, 2 et 4, qui n'ont reçu qu'un simple lustre par le procédé du salage, renferment environ 75 pour 100 de silice.

En concluant, on peut déduire des analyses et essais qui précèdent, les propositions suivantes :

1°. Les grès cérames peuvent se diviser, d'une manière générale, en deux groupes, sous le rapport de leur contenance en silice : ils en renferment une quantité variable entre 0,75 et 0,62 ;

2°. Les grès mats en contiennent généralement moins que les grès vernissés ;

3°. La glaçure par le sel marin paraît exiger un excès d'acide silicique ; les autres glaçures s'appliquent indistinctement sur toute pâte, quelle que soit sa richesse en silice ;

4°. La glaçure appliquée sur les grès augmente à peine la proportion d'alcali renfermée dans la pâte : ces alcalis sont fournis aux grès mats par les argiles qui en contiennent toutes des quantités variables.

Poteries dures à pâte ferrugineuse, à glaçure silico-alcaline. — Les renseignements qui précèdent nous permettront de ne pas revenir d'une manière générale sur les compositions des pâtes. La glaçure silico-alcaline obtenue par la volatilisation du sel marin et sa décomposition par la silice de la pâte exige une composition siliceuse particulière. On sait que c'est vers la fin de la cuisson que le sel est projeté sur les alandiers et dans l'intérieur du four. Toutes les poteries de grès, glacées par le sel, appartiennent à cette espèce.

Poteries dures à pâte ferrugineuse, à glaçure plombifère. — Nous avons fait tout récemment des essais intéressants au point de vue de l'avenir des grès colorés, car ils prouvent la possibilité de produire sur une pâte analogue à celle des grès, c'est-à-dire qui se travaille facilement par les procédés de l'ébauchage sur le

tour et du tournassage, ce que ne permet pas la pâte des porcelaines tendres, une décoration qui rappelle celle dont sont susceptibles ces dernières poteries. Les argiles de Retourneloup, de Dreux et de Forges, dégraissées par des ciments fortement cuits de même argile, ont donné des pâtes de grès colorés en rapport avec la quantité d'oxyde de fer qu'elles contenaient, recevant sans tressaillures ni ressuie les vernis plombeux employés d'une manière industrielle sur les porcelaines tendres françaises.

Les pâtes étaient faites avec deux dosages différents :

Argile crue	40	— 60
Argile cuite (ciment)	60	— 40

Le vernis plombeux dont on peut recouvrir cette poterie, se prépare en faisant fondre et coulant :

Sable	4,100
Minium	4,100
Carbonate de potasse	1,790
Acide arsénieux	8
Oxide de manganèse	2
	10,000

Lorsque l'argile n'est que peu colorée, la pâte est assez blanche et les couleurs qu'on applique sur les porcelaines tendres peuvent s'adapter très-bien sur les grès recouverts de ce vernis.

Poteries dures à pâte ferrugineuse, à glaçure stannifère. — Quelques grès cérames de la Chine et du Japon nous offrent l'exemple de glaçures opacifiées par l'oxyde d'étain; il est à remarquer que l'application de l'émail sur les poteries demi-dures que nous avons étudiées portait à penser que ce genre de fabrication ne pouvait être possible. Je ne sache pas qu'on lui ait donné, dans les pays où les arts céramiques se sont le plus développés, l'extension dont ces produits sont susceptibles.

Poteries dures à pâte ferrugineuse, à glaçure boracique. — La fabrication du grès qui s'exerce avec une grande perfection en Angleterre ne pouvait rester étrangère au mouvement progressif qui, de l'autre côté de la Manche, entraînait les arts céramiques. On a fait addition de borax dans la composition des glaçures, et

cette modification a pu doter les ustensiles d'une résistance qui leur manquait pour certaines destinations.

Les matières qui suivent :

Feldspath	40
Sable ou Silex	20
Minium	20
Carbonate de potasse	5
Borax calciné	15

fondues et appliquées par immersion, donnent une belle et bonne glaçure : on ajoute quelquefois du sulfate de baryte ; on compose alors la glaçure en prenant :

Cristal pilé	50
Sable	10
Feldspath	15
Sulfate de baryte	25

Si l'on faisait usage de pegmatite, on pourrait prendre :

Cristal pilé	45
Pegmatite	25
Sulfate de baryte	25
Sulfate de chaux	5

Poteries dures à pâte ferrugineuse, à glaçure alcalino-terreuse. — En France, on a fait pendant longtemps des grès communs de très-bonne qualité, qu'on rendait d'un bon usage en les recouvrant d'une couche vitreuse obtenue par les scories ou les laitiers, appliqués par immersion. On appelle laitiers les matières vitreuses qui surnagent la fonte dans les hauts fourneaux. Ils proviennent de toutes les matières étrangères au fer que renferment les minerais et des fondants qu'on ajoute pour faciliter la fusion. Les scories résultent de l'affinage des fers ou des aciers ; elles ont à peu près le même aspect ; elles sont essentiellement composées de silice et de protoxyde de fer ; elles ne contiennent que peu de chaux, de magnésie et d'alumine. Les laitiers au contraire doivent leur fusibilité souvent considérable à la présence d'une grande quantité de chaux.

Voici, d'après M. Berthier, quelques analyses de scories et de laitiers employés dans les arts céramiques.

PROVENANCE DES LAITIERS.	SILICE.	ALUMINE.	OXYDE de fer.	MANGANÈSE.	CHAUX.	MAGNÉSIE.
D'Ancy-le-Franc.......	50,20	12,60	0,80	"	35,40	0,60
De Tonnerre..........	56,00	7,00	12,00	3,00	21,90	1,00
De Saint-Amand.......	29,50	8,00	59,00	3,00	0,50	"

Les grès de Brunslau et de Mersebourg reçoivent une glaçure empruntée de même aux déchets des hauts fourneaux; ils sont très-estimés.

Poteries a pate feldspathique. — L'introduction des feldspaths dans la pâte des grès cérames n'a pas été moins heureuse pour cette industrie que l'addition du borax dans les glaçures des faïences fines. Elle a été pour le fabricant la cause d'une économie notable de combustible et de broyage, car la température de cuisson a dû baisser, et la porphyrisation du feldspath est moins coûteuse que celle du ciment que ce composé remplace commme élément antiplastique; l'addition du kaolin pour diminuer la quantité de l'argile plastique a donné plus de finesse à la pâte, plus de blancheur et moins de fentes à la dessiccation.

On trouve en assez grand nombre des kaolins impurs, c'est-à-dire mélangés d'oxyde de fer en quantité telle, que ces terres ne peuvent servir à la fabrication des porcelaines; il reste comme résidu du lavage de ces kaolins des sables fondants qu'il est très-facile d'employer et qui donnent des grès d'excellente qualité. J'ai fait de nombreux essais : je n'en rapporterai que quelques-uns, car il faut ici tenir compte de la plasticité de l'argile, qui doit être dégraissée pour l'amener au point d'un travail facile; il faut aussi déterminer la température à laquelle on veut cuire, afin de ne pas introduire dans la pâte une quantité trop considérable de fondant.

C'est ainsi, par exemple, qu'un mélange de

Sable de kaolin caillouteux....	66
Argile plastique infusible....	33

donnerait une pâte beaucoup trop fusible, si l'on plaçait les pièces qu'on en obtiendrait dans un four à porcelaine dure; mais ce mé-

lange procurerait au contraire une très-belle poterie dans un four à poterie de faïence fine, ou de porcelaine tendre française.

C'est ainsi, par exemple encore, qu'une composition formée de

Sable de kaolin..........	100
Argile crue..............	120

présentant une trop grande plasticité, donnera d'excellents résultats sans modification des propriétés chimiques, si l'on remplace une portion plus ou moins grande d'argile crue par la même argile cuite. Hâtons-nous de dire que les proportions convenables pour ce mélange varient naturellement avec la plasticité plus ou moins considérable que possède l'argile employée. N'oublions pas encore que la plasticité que doit présenter une pâte est nécessairement variable avec les procédés à l'aide desquels on la travaille.

On se rendra facilement compte de l'impossibilité de donner des compositions qui répondent d'une manière absolue à toutes les conditions d'une exactitude mathématique. Je le répète, on ne doit regarder ces dosages que comme des exemples destinés à servir de points de départ dans l'établissement d'une fabrication avec des matériaux non encore expérimentés.

Ces bases ont servi de raisonnement dans l'étude de la composition la plus convenable pour faire des pavés de grès destinés au pavage des routes, et les résultats obtenus par M. Genot, à Saint-Pierre-du-Vezelin, ont conduit à des produits d'une qualité supérieure.

Les grès dans la composition desquels il entre du feldspath peuvent recevoir du fait seul de la chaleur à laquelle ils sont soumis, une sorte de lustre qui semble indiquer une poterie composée. Dans beaucoup de circonstances ces grès reçoivent des glaçures du même ordre que celles étudiées plus haut sous le titre de poteries dures à pâte ferrugineuse. Nous allons les passer en revue, mais d'une manière rapide.

Poteries dures à pâte feldspathique, à glaçure silico-alcaline. — Les poteries de grès à glaçure au sel marin peuvent servir de type à cette espèce de poterie très-connue, même pour certains objets d'art; elles ne reçoivent de la sorte qu'une glaçure excessivement mince qui n'empâte pas les pièces décorées de sculpture en relief, mais qui n'est pas toujours également répandue. Il suffit

pour obtenir cette glaçure, ainsi que nous l'avons déjà dit, de projeter du sel vers la fin de la cuisson, dans les foyers et dans le four; on remplit ainsi celui-ci d'une vapeur saline de sel marin qui se décompose au contact de la silice de la pâte.

Poteries dures à pâte feldspathique, à glaçure plombifère. — On peut vernir les grès fins avec de l'oxyde de plomb, comme on le fait avec le sel marin, par la volatilisation. On encaste les pièces dans des étuis qu'on enduit de carbonate de potasse et d'oxyde de plomb, soit à l'état de céruse, soit à l'état de minium, soit enfin à l'état de litharge ou de massicot. On peut encore, et c'est la méthode la plus générale, faire fondre une sorte de cristal qu'on réduit en poudre et qu'on applique ensuite sur la pièce, par immersion ou par arrosement; on ajoute quelquefois du sulfate de baryte dans la glaçure comme élément fusible.

J'ai reçu communication de la composition employée dans la belle fabrique de Kéramis en Belgique; on fait fritter dans des pots de verrerie des mélanges sans borax :

Kaolin non lavé..................	10
Sable quartzeux..................	30
Feldspath de Bayonne...........	16
Carbonate de chaux.............	15
Carbonate de soude..............	30

On broie ensuite ce mélange fondu de la même manière avec les matériaux suivants :

Fritte..........................	100
Céruse.........................	35
Feldspath de Bayonne...........	50

On ajoute à la masse en suspension pour donner une teinte bleuâtre que le commerce préfère à la coloration jaune de la pâte, une quantité plus ou moins considérable, mais proportionnellement très-faible, de frittes bleuies par l'oxyde de cobalt.

Poteries dures à pâte feldspathique, à glaçure stannifère. — J'ai trouvé dans certains grès de la Chine, recouverts de glaçures opacifiées par l'oxyde d'étain, l'exemple de cette fabrication. L'apparence de ces grès, qui se rapprochaient beaucoup des porcelaines dures, m'a permis de croire que leur pâte était feldspathique, et

qu'il n'y avait de différence entre ces produits et les véritables porcelaines, que la pureté des kaolins, chargés d'une trop grande quantité d'oxyde de fer. Celui-ci non dissous, interposé dans la masse, retire à la pâte sa transparence primitive. Et ces suppositions se sont trouvées confirmées par l'analyse que j'ai faite sur quelques grammes de pâtes. Elles contenaient 3,5 pour 100 de potasse et de soude. Ces produits communs établissent bien le passage naturel entre les pâtes de grès cérame et les pâtes de porcelaine proprement dite.

Poteries dures à pâte feldspathique, à glaçure boracique. — Les poteries dures à pâte feldspathique reçoivent facilement les glaçures à pâte boracique. Les grès belges et les grès fins anglais qu'on fabrique sur une très-grande échelle, donnent des exemples de cette espèce de poterie. La composition que je viens de donner comme s'appliquant au grès de Kéramis avec vernis plombeux, peut en effet subir quelque modification par l'addition du borax, et constituer les poteries de cette espèce. On remplace alors les 30 parties de carbonate de soude par leur poids de borax cristallisé; on fait fritter, et cette fritte broyée peut entrer dans la composition de la glaçure en suivant la prescription citée plus haut.

Il existe à Quimper une fabrication de grès communs qui donne des compositions de ce genre, mais très-simples; la glaçure ne contient pas de plomb : on l'applique encore sur la poterie faite avec une argile très-plastique qu'on trouve sur les berges de la rivière de Quimper. La glaçure se fait en fondant :

Sable de Nevers	620
Carbonate de soude	200
Kaolin blanc lavé	80
Craie	80
Borax	20

On fond, sous le four à faïence, le sable, le carbonate de soude et le borax. On ajoute la craie et le kaolin pour broyer au moulin.

Poteries dures à pâte feldspathique, à glaçure alcalino-terreuse. — Nous avons fait à Sèvres de nombreux essais pour cuire les grès fins à glaçure feldspathique en les recouvrant de glaçure alcalino-terreuse; nous avons pu, lorsque ces grès cuisaient à la température des feux de porcelaine dure, nous servir de la couverte

ordinaire des porcelaines feldspathiques; lorsque la poterie cuit à des températures notablement plus basses, il faut ajouter à la couverte de porcelaine une certaine quantité de chaux carbonatée variable avec la fusibilité de la poterie. On peut par exemple ajouter 10, 15 et 20 pour 100 de carbonate de chaux à la pegmatite pulvérisée : on obtient ainsi des grès de fort belle qualité. Les grès que fabrique le Montet, département de Saône et-Loire, représentent le type de ces genres de produits.

POTERIES A PATE TRANSLUCIDE.

Nous arrivons à l'étude des poteries qui présentent le plus grand intérêt, tant sous le rapport de leur valeur que sous celui de la difficulté de les établir : ces produits sont connus, comme nous l'avons déjà dit, sous le nom de *porcelaines;* mais ils offrent dans leur composition des différences tellement tranchées, que non-seulement les procédés de fabrication ne sont pas les mêmes, mais que les qualités à l'usage ne peuvent se comparer. Nous avons établi pour ces produits plusieurs genres bien différents, suivant que le corps de pâte se forme avec du kaolin, du phosphate de chaux des os, des frittes plus ou moins vitreuses, ou bien encore un mélange d'argile ou du feldspath pur. Nous aurons donc à distinguer :

1°. La porcelaine dure;
2°. La porcelaine tendre anglaise;
3°. La porcelaine tendre française;
4°. Le parian;
5°. Les boutons en pâte feldspathique.

Nous commencerons cette étude par les poteries simples, et nous placerons immédiatement après l'examen de chaque espèce de poterie auxquelles peut donner lieu l'application sur ces pâtes des cinq espèces de glaçures que nous avons admises.

POTERIES TRANSLUCIDES A PATE KAOLINIQUE. — La porcelaine dure chinoise à l'état de biscuit, la pâte dite de sculpture de Sèvres, peuvent servir de type pour cette fabrication. Lorsqu'elles sont recouvertes d'une glaçure alcalino-terreuse, ces produits représentent la véritable porcelaine dure, telle qu'elle fut établie en Chine pour la première fois, puis en Saxe à l'imitation de cette première.

D'après les analyses nombreuses que nous avons faites dans le laboratoire de Sèvres, on voit qu'il y a d'assez grandes différences

dans les compositions de ces divers produits; à ces différences de composition correspondent des températures de cuisson qui ne peuvent être les mêmes. Aussi trouve-t-on des distances notables entre les chaleurs auxquelles il faut porter ces diverses porcelaines pour les amener à cuisson complète. Dans quelques pâtes, on introduit du calcaire, dans d'autres on n'en ajoute pas; quand on en met, la chaux occupe la place d'une certaine quantité d'alcali. Je réunis dans le tableau suivant la composition de diverses pâtes, analysées à diverses époques par MM. Ebelmen, Laurent, Malaguti, Salvétat, Berthier, etc.

PATES.	SILICE.	ALUMINE.	OXYDE de fer.	CHAUX.	MAGNÉSIE.	POTASSE	SOUDE.
1. Chine, 1re qualit.	69,00	23,60	1,20	0,30	0,02	3,30	2,90
2. Chine, 2e qualité.	70,00	22,20	1,30	0,80	traces	3,60	2,70
3. Chine, 3e qualité.	73,30	19,30	2,00	0,60	traces	2,50	2,30
4. Chine, 4e qualité.	68,94	21,30	3,48	1,14	traces	3,42	1,78
5. Meissen........	58,50	35,10	0,80	0,30	traces	5,00	"
6. Vienne.........	59,60	34,20	0,80	1,70	1,40	2,00	"
7. Berlin..........	64,30	29,00	0,60	0,30	0,45	3,65	"
8. Limoges........	70,20	24,00	0,70	0,70	0,10	4,30	"
9. Foëcy...........	66,20	28,00	0,70	"	"	5,10	"
10. Sèvres..........	58,00	34,50	"	4,50	"	3,00	"
11. Sèvres (sculpt).	64,10	30,24	"	2,82	traces	2,80	"
12. Sèvres (sculpt.).	67,17	26,01	"	3,02	0,01	3,09	"
13. Sèvres (sculpt.).	65,70	26,00	"	5,01	0,22	2,80	"
14. Worcester......	82,00	9,10	"	1,30	7,40	"	"
15. Bayeux.........	68,70	28,20	0,80	0,60	0,20	0,15	"
16. Paris...........	71,20	22,00	0,80	0,80	"	4,50	"
17. Piémont........	69,80	10,40	"	2,00	17,60	"	"

Dans toutes ces pâtes, sauf celles de Chine, on n'a pas séparé la potasse de la soude.

Les pâtes de Sèvres servant à l'exécution des pièces de sculpture, non recouverte de glaçure, qui correspondent aux nos 11, 12 et 13, proviennent des fabrications des années 1834, 1838 et 1839. Elles dénotent, ce que confirment les autres analyses, d'assez grandes différences, sous le rapport de la contenance en chaux; les alcalis

sont aussi variables relativement aux alcalis contenus dans les pâtes dites de service. Il ressort de ces chiffres, que la pâte de sculpture contient au moins à Sèvres moins d'alumine et plus de silice que la pâte de service. Dans beaucoup de fabriques, il n'y a pas de différence, la même composition sert indistinctement. La pâte de sculpture exige cependant généralement une plus grande fusibilité.

La chaux est introduite à Sèvres pour éviter la tressaillure. J'ai remarqué, dans des essais nombreux, que certaines compositions, dans lesquelles il n'entrait pas de calcaire, ne pouvaient recevoir la glaçure de Sèvres sans tressailler, et que ce défaut disparaissait, lorsqu'on ajoutait un peu de craie dans le mélange qui formait la pâte.

La silice est fournie par l'introduction de sables provenant du avage des kaolins. Les alcalis sont ajoutés par la même substance; l'alumine résulte de l'emploi de l'argile de kaolin.

La composition la plus simple qui puisse conduire à la pâte de porcelaine est le mélange suivant :

Sable fusible de kaolin...........	20
Argile de kaolin lavé............	80

Mais ici la composition des éléments que nous venons de citer a la plus grande influence, car elle varie avec chaque masse, en raison des lavages plus ou moins bien faits.

On fait à Sèvres l'analyse de chacun des éléments pour les réunir en proportions telles, que le mélange corresponde après cuisson complète aux proportions indiquées sous le n° 10, qu'on regarde comme composition normale des pâtes définies. Lorsqu'on ajoute de la craie et qu'on fait usage de matériaux préparés avec soin, c'est-à-dire convenablement lavés, on peut faire de belles pâtes de porcelaine pour le service de table en prenant :

Argile de kaolin................	70
Sable de lavage.................	25
Craie...........................	8

Dans les compositions des pâtes de Sèvres, on fait entrer des argiles de kaolin caillouteux et argileux mêlés à des sables de ces deux provenances; elles oscillent généralement autour de ces

données. S'il manque un peu de silice, on l'introduit à l'état de sable siliceux; on le prend dans la butte d'Aumont, près de Chantilly (Oise). Ces dosages me paraissent convenables pour faire par la méthode expérimentale, avant toute analyse, l'essai d'un kaolin lavé. Je le mêle avec du sable de lavage et de la craie dans les proportions indiquées ci-dessus, puis je fais façonner avec la pâte bien battue qui résulte du mélange, une douzaine de petites tasses destinées à cuire dans diverses places d'un même four, et dans plusieurs fournées successives.

Je pense qu'il est inutile d'indiquer ici toutes les différentes recettes avec lesquelles on prépare les porcelaines; dans quelques dosages on fait entrer des argiles ordinaires, qui nécessairement ajoutent à la plasticité. Dans plusieurs localités en France, on profite même de la présence de matières argileuses blanches pour confectionner des pâtes d'un prix de revient très-faible, ce qui permet de fabriquer des objets de service au bas prix auquel ils sont tombés actuellement.

Quoique les pâtes de porcelaine reçoivent généralement comme glaçures de véritables couvertes, on trouve de ces pâtes dont la surface est rendue brillante par plusieurs des glaçures que nous avons admises plus haut.

Poteries translucides à pâte kaolinique, à glaçure silico-alcaline. — J'ignore cependant s'il en existe qui aient reçu le vernis silico-alcalin, au moins d'une manière industrielle. Il est évidemment possible de projeter dans le four à la fin de la cuisson du sel marin, pour opérer un véritable salage analogue à celui des grès cérames. Mais il paraît que la nature alumineuse de la pâte s'oppose à ce que la glaçure soit uniformément brillante; les expériences dues à MM. Brongniart et Malaguti démontrent la difficulté de faire prendre sur le biscuit de porcelaine par la silice de la pâte le vernis provenant de la décomposition du sel marin, sous l'influence d'une température rouge et de la vapeur d'eau.

Poteries translucides à pâte kaolinique, à glaçure plombifère. — L'étude du musée céramique de Sèvres permet de constater et de suivre, pour ainsi dire pas à pas, toutes les tentatives faites à diverses époques, pour recouvrir la porcelaine dure à pâte feldspathique et kaolinique d'un enduit plombifère fusible à basse température, susceptible de communiquer à cette poterie les qualités

les plus précieuses de la porcelaine tendre, c'est-à-dire un aspect plus décoratif que les peintures ordinairement employées.

Les peintures appliquées directement sur biscuit avaient évidemment pour but de donner à la porcelaine dure l'apparence des porcelaines tendres; l'application immédiate de certaines couleurs de fond était encore dans les mêmes données; on avait d'ailleurs pour modèle et pour exemple un grand nombre de vases venant de la Chine, évidemment en porcelaine quant à la nature de la pâte, mais se rapprochant de la faïence fine ou de la porcelaine tendre, sous le rapport de la glaçure. Ces divers produits n'ont pas encore pris, au moins en Europe, le caractère d'une fabrication réelle.

La glaçure dont on fait usage en Chine pour établir ce genre de porcelaine se compose de sable, d'oxyde de plomb et d'alcali. Cette glaçure est colorée généralement par l'addition de certains oxydes, et ce genre de décoration sera traité plus loin.

Poteries translucides à pâte kaolinique, à glaçure stannifère. — On trouve dans la fabrication de la porcelaine de Chine quelques exemples de poteries à pâte vitreuse et translucide, qui sont recouvertes d'émaux stannifères. Je rappelle ce fait qu'on peut rapprocher de celui de la fabrication du grès à glaçure stannifère signalée par les produits importés de la Chine, mais comme exception.

Poteries translucides à pâte kaolinique, à glaçure boracique. — J'ai fait quelques essais pour recouvrir les biscuits de porcelaine dure d'une glaçure très-brillante, assez mince toutefois pour ne pas boucher et empâter tous les détails de la sculpture. On obtient un résultat très-satisfaisant en étendant sur le biscuit que l'on veut vernir une couche mince du fondant qui suit :

Borax fondu....................	50
Minium........................	200
Sable siliceux..................	100

Ce fondant peut être coloré de diverses manières; nous donnerons plus loin quelques exemples de ces colorations.

Poteries translucides à pâte kaolinique, à glaçure alcalino-terreuse. — A cette espèce appartiennent la plupart des porcelaines. On donne le nom de couverte à la glaçure généralement formée

32.

de feldspath ou de pegmatite, et dont la fusibilité, modifiée en plus ou moins par l'addition de kaolin, de quartz ou de carbonate de chaux, exige pour se cuire la même température que celle à laquelle le biscuit lui-même doit être cuit. La couverte la plus simple est celle des porcelaines de Sèvres, car elle se compose de pegmatite pure sans addition; l'analyse a fait voir que, depuis près de soixante ans, cette roche présentait une composition qui oscille autour des chiffres suivants sans grandes variations :

Silice	80
Alumine	12
Potasse	8

Dans le commerce, comme les pâtes ne contiennent pas de chaux, on ne peut que rarement faire usage des pegmatites qui tressailleraient avec une trop grande facilité. On modifie donc la composition de cette roche, en y ajoutant soit des tessons de porcelaine broyés, soit du sable, soit des kaolins en quantités variables, suivant que l'expérience a préalablement appris à le faire. En Allemagne, on se sert de sulfate de chaux, de tessons et de feldspath; en Piémont, on fait de même usage de glaçures composées, qui sont variables souvent dans des limites assez étendues.

La glaçure de la porcelaine dure de Sèvres n'a pas toujours été faite au moyen de la pegmatite sans addition. Avant 1780, l'émail était composé de toutes pièces et fait de la manière suivante indiquée dans les Archives de la manufacture impériale de Sèvres :

Biscuit pilé	48
Sable de Fontainebleau	40
Craie de Bougival	12
	100

J'ai vérifié, tout dernièrement encore, l'exactitude de cette donnée. Les matériaux bien broyés ont été passés par un tamis très-fin, et le mélange appliqué sur différents objets qui, trempés et retouchés comme à l'ordinaire, ont été cuits avec les autres pièces d'une fournée.

L'émail artificiel a parfaitement fondu, mais il était légèrement *coque d'œuf*. Un examen attentif fait découvrir ce même défaut plus ou moins développé sur la plus grande partie des pièces de

porcelaine dure de Sèvres, dont la fabrication remonte à 1780. On l'a d'ailleurs remarqué toutes les fois qu'on a cru pouvoir augmenter la fusibilité de la couverte par une addition de craie. Il faut que la fusibilité soit très-considérable, comme celle des émaux chinois qui coulent au feu, pour que le défaut que nous nommons *coque d'œuf* cesse d'être apparent.

La couverte artificielle, en usage avant 1780, se rapproche beaucoup plus, sous le rapport de la composition chimique, de la couverte des porcelaines chinoises, que de celle de nos couvertes actuelles. C'est ce qui ressort, d'une manière qui me paraît évidente, des chiffres qui suivent; ils mettent en même temps hors de doute l'égale fusibilité des couvertes artificielles et naturelles. Ces chiffres, qui représentent la composition de la couverte artificielle, résultent de calculs basés sur la composition moyenne des biscuits établie d'après les analyses faites par MM. Malaguti, Laurent et Salvétat; l'analyse de la couverte feldspathique est celle dont on faisait usage en 1851 :

	Artificielle.		Feldspathique.
Silice	71,62	—	76,10
Alumine	17,50	—	15,50
Chaux	9,38	—	0,17
Potasse et soude	1,50	—	7,42
Eau et perte	»	—	0,81
	100,00		100,00

La chaux dans l'ancienne couverte remplace la potasse de la nouvelle. Les détails dans lesquels je suis entré, en traitant de la fusibilité des silicates, expliquent comment les deux compositions, mises en parallèle, paraissent avoir la même fusibilité; je n'insiste donc pas. Nous verrons plus loin que la couverte en usage antérieurement à 1780 paraissait plus en rapport avec les couleurs employées à cette époque, qui avaient tous les caractères des émaux proprements dits et qui dès lors se rapprochaient aussi des couleurs usitées à la Chine, ainsi que nous aurons l'occasion de le voir.

L'émail dont on recouvre les porcelaines à la Chine est beaucoup plus complexe que la glaçure qui donne le brillant aux porcelaines françaises. C'est un mélange de chaux et de cendres de

fougères, associées à une roche pétrosiliceuse qui prend le nom de *yeou-ko*, et qui fait la base de la glaçure. Le mélange de chaux et de cendres a pour but d'augmenter la fusibilité du verre dont la composition varie dans des limites assez éloignées, ainsi que cela résulte des analyses qui vont suivre.

Le yeou-ko est encore un pétrosilex tout à fait comparable à ceux dont on se sert en Chine pour confectionner les pâtes. On paraît le choisir contenant le moins possible de fer. La composition chimique est encore celle des pegmatites de Saint-Yrieix. Voici l'analyse du yeou-ko de Tong-Kang :

Eau	2,7
Silice	75,9
Alumine	13,9
Oxyde de fer	0,7
Chaux	0,4
Oxyde de manganèse	traces
Magnésie	traces
Potasse	2,9
Soude	3,8

Le yeou-ko broyé est mêlé intimement à de la chaux qui a été stratifiée avec des fougères qu'on a brûlées, et qu'on a débarrassées ensuite par un lavage à l'eau des parties imparfaitement incinérées. Le mélange de la chaux et des cendres de fougères porte le nom de *yeou-hoe;* c'est à peu près de la chaux, de l'acide carbonique et de l'eau, car il ne renferme que 4 pour 100 de matières insolubles. L'expérience indique que les cendres des fougères renferment 0,645 de matières solubles à l'eau.

La couverte cuite arrachée à des pièces de porcelaine a donné comme résultats à l'analyse chimique :

Silice	68,0	—	64,1
Alumine	12,0	—	10,2
Oxyde de fer	traces	—	traces
Chaux	14,0	—	21,0
Potasse et soude	6,0	—	5,1

On voit d'après ces chiffres que la couverte des porcelaines de Chine est très-notablement plus fusible que celle des porcelaines

européennes : elle doit cet accroissement de fusibilité, accroissement très-notable, au mélange de chaux et de pétuntsé ou pétrosilex qui pourrait seul servir de couverte à la porcelaine française. La teinte verdâtre de la porcelaine de Chine paraît résulter de l'emploi de la chaux dans la couverte.

Poteries translucides a pate phosphatique. — En même temps qu'on cherchait en France à reproduire la porcelaine dure qui se fabriquait en Allemagne, à Meïssen, à l'instar de la porcelaine de la Chine, on trouvait en Angleterre une composition de pâte translucide et blanche par l'addition du phosphate de chaux à la pâte des faïences fines. Les premières pâtes de porcelaine tendre, en effet, étaient formées par le mélange suivant :

Kaolin argileux.........	11	—	41
Argile plastique.........	19	—	10
Silex..................	21	—	6
Phosphate de chaux......	49	—	43

Plus tard on augmenta la proportion de kaolin en évitant l'emploi de l'argile plastique. On prépare, en effet, de belles pâtes de porcelaine avec les dosages qui suivent :

Argile de kaolin argileux.......	30
Argile de kaolin caillouteux.....	25
Silex pyromaque..............	5
Phosphate de chaux...........	40

Lorsqu'on veut introduire des alcalis dans la pâte et que la fusibilité que cette pâte doit avoir s'oppose à l'emploi des feldspaths comme matière alcalifère, on compose des frittes qu'on mélange ensuite avec les autres éléments constitutifs de la porcelaine. Ainsi on peut faire fritter :

Sable siliceux................	33
Phosphate de chaux............	65
Carbonate de potasse..........	2

On ajoute à cette fritte 21 à 22 de kaolin pour 100 parties de fritte. Les frittes sont, du reste, très-variables ; dans quelques-unes on peut faire entrer du borax et de l'oxyde d'étain. J'en donne un exemple. On fait fritter :

Kaolin caillouteux	40
Silex	28
Carbonate de soude	20
Borax	7
Oxyde d'étain	5

La pâte se compose ensuite en mélangeant au moulin :

Kaolin argileux	33
Argile plastique	45
Kaolin caillouteux	7
Silex	3
Phosphate de chaux	52
Fritte précédente	7

Les porcelaines tendres, façon anglaise, sont généralement recouvertes de glaçures boraciques; cependant on en trouve quelques-unes qui n'ont dû recevoir que des glaçures plombifères à cause de l'époque à laquelle on les a fabriquées : lorsqu'on les établissait, le borax n'avait pas encore reçu les applications céramiques qui lui donnent actuellement une si grande importance.

Poteries translucides à pâte phosphatique, à glaçure silico-alcaline. — Nous avons vu que les faïences fines anglaises, dites *cailloutages,* peuvent recevoir une glaçure alcaline par la vaporisation de certains sels alcalins. Les porcelaines tendres anglaises cuisent au même feu; le même procédé de mise en glaçure peut donc s'appliquer aux deux sortes de poteries; il est probable qne dans les mêmes conditions que celles dans lesquelles la faïence fine anglaise se vernit, les porcelaines tendres des mêmes contrées absorberaient la glaçure silico-alcaline. Aujourd'hui ce procédé n'est guère employé; nous avons donné, en parlant des poteries composées dont l'étude nous a successivement occupés, certains dosages qu'on appliquerait avantageusement.

Poteries translucides à pâte phosphatique, à glaçure plombifère. — Les premières porcelaines étaient nécessairement recouvertes de glaçures plombifères. Le borax n'était que peu répandu. Nous n'avons pas fait d'essais de glaçures plombifères, mais je ne mets pas en doute que les glaçures employées sur les porcelaines tendres françaises, posées sous une épaisseur convenable, ne s'adaptent convenablement sur les porcelaines du genre dont nous parlons ici.

Poteries translucides à pâte phosphatique, à glaçure stannifère. — La pâte des porcelaines anglaises n'a pas eu besoin d'être masquée par l'opacité de la glaçure. L'usage établi en France pendant de longues années de poteries à glaçure stannifère n'a pas traversé la Manche, et je ne sache pas qu'on ait fabriqué dans le Royaume-Uni d'autres poteries que celles que nous avons classées parmi les pâtes à glaçures translucides plus ou moins rayables.

Poteries translucides à pâte phosphatique, à glaçure boracique. — La glaçure de borax est celle que s'applique le plus souvent sur le biscuit de porcelaine tendre anglaise; elle a généralement assez d'analogie avec celle des grès fins et celle des cailloutages. Voici quelques dosages usités en Angleterre, autour desquels oscillent tous les autres. On fait une fritte en calcinant :

Feldspath	48
Silex	9
Borax brut cristallisé	22
Verre cristallin	21

On mélange ensuite :

Fritte	100
Minium	12

D'après M. Rose, on fait une autre fritte en fondant :

Feldspath	44
Sable	8
Kaolin	5
Borax	28
Carbonate de potasse	10

On peut ajouter :

Borax	3

Poteries translucides à pâte phosphatique, à glaçure alcalino-terreuse. — Je ne connais pas de poteries qui puissent correspondre à cette espèce. Il ne me paraît pas impossible cependant de composer quelques produits qui se rapprocheraient alors de la poterie de grès. Nous avons vu que les grès pouvaient cuire à des températures peu élevées lorsqu'ils contiennent des frittes convenablement fusibles. Les porcelaines tendres anglaises ne cuisent pas à

des températures beaucoup inférieures. Des matières vitreuses de la nature des véritables verres, employées comme frittes, pourraient s'adapter à la composition des porcelaines anglaises.

POTERIES TRANSLUCIDES A PATE FRITTÉE. — Nous avons dit qu'on avait découvert les porcelaines anglaises en recherchant les poteries translucides analogues à la porcelaine de Chine, imitées en Allemagne. En France on arrivait, en poursuivant la même idée, mais par des moyens tout à fait différents, à créer une poterie bien remarquable au point de vue de l'art. On a donné le nom de *porcelaine tendre française,* et plus anciennement de *porcelaine de France* à ce genre de poterie. On employait cette pâte indifférem-ment pour produire ou des biscuits, ou des pièces en glaçure.

J'ai fait un grand nombre d'analyses de pâtes de porcelaine tendre française, tant de celles de Sèvres que de celles des fabriques de Tournay et de Saint-Amand-les-Eaux. Je les réunis ici; elles démontrent d'une part d'assez grandes différences entre les compositions d'une même fabrique, et de l'autre la nécessité de faire une assez grande quantité de pâte à la fois, afin de conserver pendant un certain temps la même température de cuisson.

Il est évident qu'en faisant préalablement l'analyse des frittes, celle des marnes et celle des craies qui servent de matériaux élémentaires pour confectionner la pâte, ainsi qu'on le fait actuellement à Sèvres, on pourra composer des pâtes tendres, dites *définies,* cuisant toujours à des températures invariables.

Je réunis ici quelques analyses de pâtes crues ou cuites d'origines bien différentes comme époque et comme provenance de fabrication. Je ferai tout de suite observer que celles de ces pâtes inscrites sous le même numéro ne représentent pas la même matière cuite et crue. Il n'est pas étonnant alors que les chiffres qui correspondent à ces compositions ne s'accordent pas exactement, si par le calcul on suppose éliminés l'acide carbonique et l'eau.

Nous remarquerons que dans ces pâtes comme dans les pâtes de porcelaine dure, on peut diminuer les alcalis lorsqu'on augmente la chaux. Du reste, les différences offertes par les pâtes de Sèvres sont généralemeut peu considérables sous le rapport de l'acide silicique et de l'alumine. Nous ne pouvons pas oublier que les matières dont on faisait usage pour obtenir les frittes et les pâtes étaient essentiellement variables.

Pâtes tendres crues.

PATES	PERTE au feu.	SILICE.	ALUMINE	OXYDE de fer.	CHAUX.	MAGNÉSIE.	ALCALIS.
1. Sèvres..........	10,50	70,10	2,31	"	11,77	traces	5,32
2. Sèvres..........	10,40	70,20	2,10	"	11,03	traces	6,27
3. Sèvres..........	10,40	67,00	3,50	"	14,00	0,46	3,60
4. Sèvres..........	10,40	68,73	2,00	"	12,00	traces	6,87
5. Sèvres..........	10,40	69,17	1,00	0,70	12,71	0,64	5,37
6. Saint-Amand....	9,00	67,00	2,57	0,96	16,00	traces	6,30
7. Saint-Amand....	8,75	67,10	2,25	1,00	15,50	traces	6,39
8. Tournay........	9,00	66,50	2,57	0,96	16,50	traces	6,25

1. Cette pâte provient de l'ancienne fabrication de Sèvres. Elle est peu plastique; légèrement jaunâtre avant la cuisson.

2. Cette pâte est sans doute de même provenance que celle qui précède; elle m'avait été remise par M. Moriot, qui fabriquait à Sèvres, avec M. Jacob Petit, sur les errements de l'ancienne manufacture de Sèvres, de la porcelaine tendre française.

3. Dans cette analyse, les alcalis ont été séparés; on a trouvé :

Potasse............	2,60
Soude.............	1,00
	3,60

4. Dans cette analyse, les alcalis se sont divisés en :

Potasse............	3,27
Soude.............	3,60
	6,87

7. L'analyse de la pâte de Saint-Amand démontre qu'il n'entre dans cette pâte que peu de potasse. On a trouvé :

Potasse............	0,39
Soude.............	6,00
	6,39

On n'a recherché dans les pâtes anciennes ni la présence du

savon noir, ni celle de la colle de Flandre. S'il y en a quelque peu, la partie organique de ces matières figure dans la perte au feu.

Pâtes tendres cuites.

PATES.	PERTE au feu.	SILICE.	ALUMINE.	OXYDE de fer.	CHAUX.	MAGNÉSIE.	ALCALIS.
1. Sèvres..........	2,00	72,00	3,00	"	15,00	traces	8,10
2. Sèvres..........	0,50	74,50	2,15	0,97	15,45	traces	7,01
3. Sèvres..........	0,54	74,50	2,00	1,00	15,78	traces	6,18
4. Sèvres..........	"	78,36	1,00	"	12,73	traces	6,46
5. Sèvres..........	"	77,00	1,20	"	16,36	traces	5,40
6. Sèvres..........	"	76,00	3,00	"	15,60	traces	6,00
7. Saint-Amand....	"	77,30	7,10	"	10,11	traces	5,00
8. Tournay........	"	76,45	7,35	"	11,20	traces	5,00

La composition qu'on peut considérer aujourd'hui comme normale à Sèvres contient les éléments suivants :

Silice....................	76,00
Alumine..................	2,00
Oxyde de fer...............	0,75
Chaux....................	16,00
Alcalis....................	5,25

On la compose en mêlant en proportions convenables :

1°. Une fritte particulière, dont nous donnerons tout à l'heure la composition, pour introduire de la silice et des alcalis ;

2°. De la marne, pour ajouter de l'alumine ;

3°. De la craie, pour faire intervenir la chaux.

La composition de la marne varie dans des limites assez étendues. On peut, à titre général, prendre les termes suivants :

Fritte................	75	—	75
Marne...............	17	—	8
Craie................	8	—	17

comme ceux autour desquels oscillent les compositions qu'il faut choisir. Les frittes normales, formées de chaux, de sable et d'alcalis, doivent être composées de telle sorte, qu'elles contiennent :

Silice	90
Chaux	3
Potasse	5
Soude	2

Cette composition normale correspond à celle des frittes préparées vers 1760, qui renfermaient en moyenne :

Silice	89,60
Alumine et fer	1,50
Chaux	3,00
Magnésie	0,12
Alcalis	6,00

On les obtenait alors en faisant cuire à forte température un mélange composé de la manière suivante :

Nitre	22,0
Sel marin	7,2
Alun	3,6
Carbonate de soude sec	3,6
Gypse	3,6
Sable de Fontainebleau	60,0

Dans cette cuisson une grande partie des alcalis se perdait par volatilisation. Le sel marin avait pour but de transformer en chlorure la plus grande partie de l'oxyde de fer qui existait et de le faire disparaître ou tout au moins de le réunir sur la surface en des points qu'on rejetait par un épluchage soigné. Ces recettes empiriques peuvent être simplifiées en employant des matériaux purs et convenablement dosés pour n'introduire dans la masse que les quantités voulues de silice, de soude, de potasse et de chaux : nous avons donné (tome I, page 66) un exemple des calculs à faire pour composer la fritte normale que nous avons choisie comme la plus rationnelle.

La silice est introduite à l'état de sable de Fontainebleau, la soude à l'état de carbonate de soude, la potasse à l'état de carbonate de potasse, et la chaux au moyen des détritus de pâte cuite de porcelaine tendre. En tenant compte de la composition de ces éléments divers, on peut composer la fritte dans des conditions convenables pour que la pâte ne perde pas de l'alcali par le lavage. On en fait

de bonnes avec le dosage suivant :

Biscuit pilé	20
Sable de Fontainebleau	72
Carbonate de potasse	4
Carbonate de soude	4

Les carbonates de soude et de potasse employés ici sont supposés secs : le carbonate de potasse contient une certaine quantité de soude dont on a dû tenir compte.

A ce genre de poterie appartiennent évidemment les poteries de Perse, à pâte frittée, qui cuisent à l'état de faïence ou de porcelaine, suivant qu'on les soumet à des températures comparativement basses ou élevées. Nous n'avons pas de renseignements précis sur la composition de ces pâtes : les poteries de ces pays constituent des porcelaines à glaçure silico-alcaline, et pendant longtemps on avait mis en doute leur véritable nature de porcelaine.

Poteries translucides à pâte frittée, à glaçure silico-alcaline. — Les documents transmis par le colonel Scheil ont permis de classer, plus exactement qu'on ne l'avait fait jusqu'alors, les poteries à pâte transparente qui nous viennent de Perse.

D'après ce voyageur, on mélange :

Silex	500
Terre particulière	65

Si l'on cuit pendant huit à dix heures, on a de la faïence; si l'on fait cuire encore pendant trois heures de plus, on a de la porcelaine. La glaçure qu'on applique sur cette poterie se compose de :

Silex blanc	50
Kaliab	40

On nomme *kaliab* des cendres d'une certaine plante herbacée qui vient dans les terrains salés. La matière est mise au four jusqu'à ce que la couleur noire du kaliab ait disparu, le mélange se fond. On pile la masse fondue, on l'épaissit, pour l'employer, avec de la gomme adragante et du sirop de raisin. La matière perd 0,12 par la fusion. On peut ajouter à cette composition différents oxydes pour obtenir des glaçures colorées ou des peintures sous glaçure.

A ces documents qui peuvent se rapporter soit à la fabrication des pâtes analogues aux pâtes de faïences communes à glaçure silico-alcaline, soit à celle des pâtes translucides frittées à glaçure également alcaline, le colonel Scheil ajoute :

« Pour obtenir une poterie sonnante, on forme la pâte en mélangeant du silex, de l'oxyde de plomb et du mélange dont nous venons de parler (silex et kaliab). » Tout en mettant en doute l'introduction du plomb dans la pâte, on ne peut nier l'addition de l'alcali.

Poteries translucides à pâte frittée, à glaçure plombifère. — La pâte de la porcelaine tendre dont nous avons donné la composition plus haut, recevait généralement un vernis à base de plomb analogue au cristal. Ce vernis se fondait dans des pots; on les brisait pour en extraire le cristal, qu'on faisait refondre ensuite une ou deux fois. Ce mélange, qui composait le vernis, se formait à Sèvres des matériaux suivants :

Litharge	38
Sable de Fontainebleau	27
Silex calciné	11
Carbonate de potasse	15
Carbonate de soude	9

On peut simplifier ces dosages en prenant en kilogrammes :

Minium	41
Sable de Fontainebleau	38
Carbonate de potasse	18

On ajoute 70 grammes d'arsenic et 20 grammes de peroxyde de manganèse.

La porcelaine tendre artificielle française doit principalement les qualités précieuses qu'elle possède à la nature de sa glaçure qui, ramollissable au feu de peinture, empâte les couleurs qui font corps avec la poterie, dans les lumières comme dans les ombres, c'est-à-dire dans les parties minces comme dans celles où la couleur est plus épaisse. L'écaillage et le ressuie ne sont à craindre que lorsque les couleurs n'ont pas été convenablement fabriquées.

Le vernis dont la composition précède est suffisamment dur lorsqu'on met les pièces vernies dans un four d'assez grande dimension, et que la température est soutenue quelque temps; il est un

peu tendre et trop fusible lorsqu'on ne le cuit que dans des moufles, c'est-à-dire en deux ou trois heures. Pour le durcir, il convient alors ou de le mélanger avec des rognures provenant des fabriques de cristal, ou de le composer avec une proportion plus faible de minium; on peut encore augmenter la dose de sable, ce qui revient au même. J'ai remarqué, du reste, qu'il y a tout avantage à composer la glaçure de telle façon, qu'elle contienne à la fois les deux alcalis, potasse et soude; le turquoise est moins sujet à tressailler.

Poteries translucides à pâte frittée, à glaçure stannifère. — Lors des premières recherches dirigées dans le but de faire la porcelaine, les pâtes de la porcelaine tendre étaient colorées; on a cherché naturellement à faire disparaître l'inconvénient de leur teinte plus ou moins verte ou bleuâtre, en faisant usage de l'artifice qui donne aux faïences communes l'aspect des poteries à pâte incolore, c'est-à-dire en opacifiant la glaçure au moyen d'oxyde d'étain.

Les porcelaines tendres de Chantilly recevaient, en effet, vers 1735, une glaçure chargée d'oxyde d'étain; il y a peu d'intérêt maintenant à recouvrir d'émail proprement dit la pâte des porcelaines tendres qu'on sait faire aussi blanches que l'on veut. D'ailleurs, si pour la peinture on préfère une glaçure qui ne soit pas entièrement vitreuse ou creuse, on a la possibilité de préparer l'ébauche par empâtement avec du blanc opaque, ce qui fait disparaître l'inconvénient dont nous parlons ici.

Poteries translucides à pâte frittée, à glaçure boracique. — Depuis que l'acide borique a pris une place importante dans les arts céramiques, on l'a fait entrer dans une foule de poteries qui n'en contenaient primitivement pas. C'est ainsi qu'aujourd'hui les deux fabriques de porcelaine tendre de Saint-Amand-les-Eaux et de Tournay mettent du borax dans la glaçure en fondant ensemble:

Sable	34
Minium	56
Borax	8
Nitre	2

On fait une seule fonte. Dans quelques cas on préfère faire une fritte, puis une seconde fusion. J'ai trouvé dans une fritte provenant de Tournay et propre à la glaçure, les dosages suivants :

Silex	58,51
Alumine	2,75
Oxyde de fer	1,06
Chaux	10,00
Oxyde de plomb	2,94
Magnésie	traces
Potasse	4,45
Soude	14,55
Acide borique	5,70

Cette fonte, soit additionnée de céruse, soit refondue avec une quantité convenable de minium ou de litharge, constitue pour les porcelaines tendres une glaçure de bonne qualité.

Poteries translucides à pâte frittée, à glaçure alcalino-terreuse. — Nous n'avons pas à donner de dosages de poteries appartenant à cette espèce; mais, évidemment, en cherchant la composition de quelques verres, on arriverait à former un enduit qui pourrait servir de glaçure à cette sorte de produits. Comme poterie d'usage, cette poterie serait évidemment plus saine que la porcelaine tendre ordinaire dont le vernis est très-tendre et se raye avec une très-grande facilité.

Poteries translucides à pâte argilo-phosphatique. — Nous avons établi ce genre pour classer les pâtes de sculpture inventées en Angleterre.

Le *parian*, ou porcelaine imitant le paros, est d'origine anglaise. Il paraît avoir été fait pour la première fois par M. Copeland, vers 1848. On en a tiré, dès le principe, un parti très-avantageux pour les objets de sculpture, et l'exposition de Londres a permis de constater que plusieurs fabricants anglais le font avec succès.

L'idée d'une pâte céramique imitant le paros est assez ancienne; il existe parmi les produits de M. Kühn, de Meïssen, des médaillons d'une composition particulière se rapprochant assez du ton des calcaires exploités comme marbres dans l'antiquité. On trouve de même, parmi les figurines fabriquées à Nymphembourg, de petites statuettes présentant avec le marbre statuaire beaucoup d'analogie. Mais ces productions tiennent, par leur composition, de la porcelaine dure.

Le parian présente des avantages réels sur le biscuit de la por-

celaine dure. La teinte est plus jaunâtre, moins froide, plus analogue à celle du marbre des antiques; elle est aussi plus fusible et prend par l'action du feu, sans le secours d'aucun vernis, un glacé bien plus flatteur que celui des biscuits de porcelaine : ces qualités rendent cette pâte propre surtout à la reproduction des bustes, statuettes et autres objets d'art.

La composition de cette pâte me paraît assez variable. J'ai trouvé dans quelques échantillons du phosphate de chaux, dans d'autres de la baryte, dans d'autres enfin seulement du kaolin ou de l'argile et du feldspath. Dans tous les cas, la pâte doit être peu plastique; car dans les divers échantillons que j'ai pu soumettre à l'analyse, la proportion des alcalis se maintenait vers 12 pour 100, ce qui dénote une forte proportion de feldspath; la silice s'élevait jusqu'à 61 pour 100. J'ai fait quelques analyses complètes; voici les résultats que m'ont fournis quelques spécimens de pâte crue qui provenaient de M. Copeland, en 1854 :

Perte au feu	6,40
Silice	58,51
Alumine	21,00
Oxyde de fer	1,00
Chaux	0,14
Magnésie	0,05
Potasse	11,40
Soude	5,08
	103,58

La coloration s'obtient sans addition de matières colorantes; elle me paraît due simplement à la quantité de l'oxyde de fer accidentellement et naturellement contenu dans les éléments qui composent la pâte. Elle tient aussi, soit à la température qui n'est pas assez forte pour réduire tout le fer à l'état de silicate de protoxyde, soit à la séparation du peroxyde de fer pendant le refroidissement. Dans tous les cas, les fours à faïence fine paraissent satisfaire à toutes les conditions convenables au développement de cette teinte, et comme température et comme composition d'atmosphère gazeuze.

Cette pâte est peu plastique, elle se rapproche par sa nature de la porcelaine tendre anglaise; elle prend 30 pour 100 de retraite,

et ne se façonne avec facilité que par le procédé de coulage, mais elle peut être moulée : le façonnage au moyen du tour ne lui serait appliqué qu'avec les plus grandes difficultés. Elle cuit en une seule fois dans les fours à faïence fine, mais elle peut recevoir une glaçure plombifère dure et brillante, et s'appliquer de la sorte aux articles de consommation ménagère. Dans le Staffordshire, on cuit à plusieurs feux de biscuit, jusqu'à ce que le ton ait acquis la nuance jaunâtre qui plaît au consommateur.

L'exposition de Londres, en mettant sous les yeux des fabricants français les produits remarquables de la fabrication si variée de M. Minton, a stimulé le zèle de plusieurs manufacturiers. Sarreguemines, Creil et Bordeaux font aujourd'hui cette poterie d'une manière remarquable.

J'ai fait une pâte qui donne de bons résultats en formant le mélange suivant :

Feldspath cristallisé de Bayonne.	100
Kaolin lavé....................	40
Argile de Dreux..............	10

Il faut cuire au four de porcelaine tendre.

On peut obtenir une pâte qui se rapproche davantage des pâtes anglaises, en formant d'abord une fritte avec :

Feldspath cristallisé...........	80
Carbonate de potasse sec......	20

On pile et on mêle :

Fritte précédente	70
Kaolin.......................	15
Argile de Dreux	15

On peut cuire cette composition dans les fours à faïence.

Poteries translucides a pate feldspathique. — S'il est une fabrication qui puisse donner une idée de l'avantage des procédés mécaniques appliqués à la céramique, c'est assurément celle des boutons en pâte feldspathique ; il est vrai que la petite dimension des objets fabriqués se prêtait à merveille à leur façonnage par la voie des machines, car la plupart des inconvénients des procédés mécaniques disparaissent pour de petites pièces convexes et épaisses en comparaison de leur diamètre.

La fabrication des boutons en pâte feldspathique se rapprocherait, ainsi que je l'ai dit, de l'art de la vitrification, si les procédés de façonnage avaient le moindre rapport avec ceux employés par le verrier. La nature de la masse fondue est plutôt vitreuse, et la composition de la pâte ne renferme aucun mélange plastique. Mais les procédés employés pour façonner ces boutons, l'introduction du phosphate de chaux dans la préparation, les méthodes de cuisson appliquées à leur cuite, soit en blanc, soit en couleur, ont tant d'analogie avec les moyens correspondants employés par le potier de terre, que ces boutons ont reçu dans le commerce le nom de boutons *en pâte céramique*. Il est vrai de dire aussi que ce nom leur a été donné parce que les premiers objets de même forme fabriqués, il y a plus de quarante ans, par Potter, étaient faits en pâte de porcelaine, et que le feldspath pur ou additionné de chaux n'a été substitué que bien tard à la pâte de porcelaine, et alors que le produit était déjà répandu dans la consommation.

La fabrication des boutons par voie mécanique a été reprise en Angleterre il y a près de seize ans; l'inventeur, M. Prosser, substitua la pâte de porcelaine tendre à la pâte de porcelaine dure, et modifia complétement la disposition de tout le mécanisme. Ses brevets furent exploités concurremment par deux manufactures célèbres, celle de MM. Minton et Compagnie à Stoke-upon-Trent, et celle de MM. Walter-Chamberlin et Compagnie à Worcester.

En France, la fabrication des boutons est pratiquée sur une très-grande échelle. Dans la manufacture de Creil, on suit à peu de chose près les méthodes anglaises. A Briare, où M. Bapterosses a transporté son établissement de la rue de la Muette, on travaille suivant les procédés perfectionnés dont il est l'inventeur, et qui lui sont garantis par un brevet en date du 4 novembre 1844.

J'ai été plusieurs fois admis dans la manufacture de Creil; j'ai de même visité l'usine de la rue de la Muette; mais n'étant pas autorisé par les propriétaires à décrire les procédés ingénieux que j'y ai vu pratiquer, je ne puis que transcrire ici les documents qui ont été publiés et que j'extrais du Rapport fait par M. Ebelmen à la Société d'Encouragement.

Dans le procédé *Prosser,* le mélange, formé généralement d'éléments fusibles, tels que le feldspath et le phosphate de chaux, pour

donner au bouton cuit une translucidité suffisante, n'a pas la consistance pâteuse tout à fait sèche. On lui donne le liant indispensable pour le moulage et le maniement des boutons moulés, à l'aide d'un corps gras qu'on chauffe avec la pâte à une chaleur modérée. La poudre préparée est moulée à l'aide de petites machines à balancier qui frappent les boutons l'un après l'autre. Après le moulage, ils sont placés à la main sur des rondeaux en terre cuite, et encastés dans des manchons que l'on superpose dans les fours où l'on cuit la porcelaine tendre à la façon anglaise. La cuisson des boutons s'opère dans ces fours par intermittence de la même manière que celle des porcelaines qu'on y place en même temps. Les procédés de M. Bapterosses diffèrent radicalement à plusieurs égards des procédés anglais. La composition des pâtes, la machine qui ne frappe plus un bouton, mais cinq cents boutons de petite dimension d'un coup de balancier, les procédés de cuisson, ont été considérablement perfectionnés.

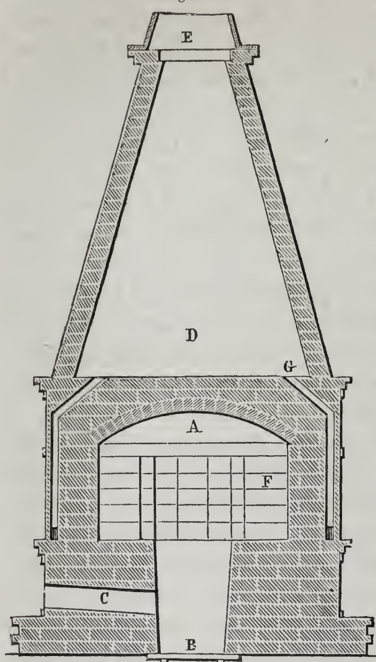
M. Bapterosses fabrique deux qualités de boutons : les boutons dits *agate* et les boutons *strass* dont le débit n'est pas considérable.

La pâte agate est composée d'un mélange de phosphate de chaux en petite proportion et de feldspath pur, lavé aux acides pour enlever le fer qui se trouve accidentellement dans la plupart des minéraux naturels. La pâte de strass est composée de feldspath pur. C'est ici du feldspath et non de la pegmatite ou du pétrosilex ; le plus fusible est le meilleur. Une petite quantité de lait est introduite dans la pâte, quelle que soit sa composition, pour lui donner le liant nécessaire afin qu'elle puisse se mouler après une dessiccation convenable. Ce procédé a l'avantage d'empêcher la rouille des machines ; le cuivre et le fer peuvent être employés dans ces nouvelles conditions. Une seule presse peut mouler à la fois cinq cents boutons, et l'ouvrier qui la dirige peut frapper de deux à trois coups à la minute. En sortant de la presse, les boutons viennent se ranger d'eux-mêmes sur une feuille de papier maintenue dans un cadre en fer rectangulaire, d'où, par un tour de main très-simple, ils se trouvent placés sur la plaque de terre qui doit les supporter dans le four.

Les appareils qui servent à la cuisson des boutons sont ronds ou rectangulaires, mais le principe de leur construction est le même dans les deux cas. Le foyer (*fig.* 445) est central comme dans le

four à cristal; un certain nombre d'arches se partagent l'espace à l'entour du foyer, et chacune d'elles reçoit six ou sept moufles superposés. Le nombre en est, du reste, variable avec la hauteur des fours. La flamme s'élève du foyer jusqu'à la voûte du four pour redescendre dans chacune des arches et en circulant tout à l'entour des moufles jusqu'à des carneaux placés à la partie inférieure et qui vont se réunir dans une cheminée centrale. Les fours ronds de M. Bapterosses ont soixante moufles, les fours rectangulaires n'en ont que vingt-huit; ils peuvent rester en feu plusieurs mois consécutifs sans avoir besoin de réparations.

Fig. 445.



Chacun des moufles peut recevoir une plaque de terre de même dimension que la feuille de papier sur laquelle se sont rangés les boutons au sortir de la presse. Quand la plaque est rouge, l'ouvrier vient poser dessus la feuille de papier recouverte de boutons; le papier se brûle et les boutons se trouvent placés sur la plaque de terre rouge dans la position symétrique qu'ils avaient au moment du moulage. Les plaques sont remises au four; elles y restent dix minutes environ, temps qui, n'allant pas au delà dans les plus mauvaises circonstances, est bien suffisant pour les cuire. On retire la plaque, on enlève d'un coup de rable les boutons qui la recouvrent, et comme elle a conservé presque toute sa chaleur, elle peut servir immédiatement à une nouvelle opération.

Si l'on n'avait la précaution d'enlever par des lavages acides la quantité de l'oxyde de fer contenu dans la pâte, les boutons cuiraient jaune ou rougeâtre; ils sont d'un blanc parfait, quand on en-

lève les dernières traces de cet oxyde. Ce fait donne raison, ce me semble, à l'explication que j'ai présentée tome II, page 269, sur l'enfumage de la porcelaine. Dans les conditions de cuisson des boutons à feu continu, l'atmosphère qui les entoure, entièrement éloignée de tout mélange avec le gaz provenant de la combustion, est nécessairement oxydante.

Un four de soixante moufles, qui peut cuire en vingt-quatre heures cinq cents masses de boutons, brûle dans le même temps environ 6,000 kilogrammes de houille. Un même ouvrier, chargé de la surveillance d'une rangée de moufles, travaille pendant douze heures consécutives.

La manœuvre des plaques est facilitée par la *tournette;* c'est une plaque métallique à deux rebords verticaux, de la largeur des plaques de terre qu'elle doit recevoir, fixée horizontalement sur un axe vertical qui peut recevoir un mouvement de rotation. Les boutons cuits sont reçus dans des appareils ingénieusement disposés dont on trouvera la description et la figure dans le Bulletin de la Société d'Encouragement (51e année, page 828). Ces appareils sont des espèces de caisses à claires-voïes, disposées par juxtaposition autour d'un axe mobile qui leur permet de se présenter tour à tour devant l'ouvrier se préparant à vider sa plaque de terre rouge et chargée de boutons cuits. Une plate-forme fixe, analogue à la *tournette* dont il vient d'être question, est solidement rivée sur la caisse commune qui doit réunir, après le refroidissement, les boutons provenant d'une série de cuissons successives. Chacune de ces caisses a son fond mobile autour d'un axe horizontal qui se confond avec l'arête inférieure opposée à l'axe vertical qui sert de pivot à tout le mécanisme. A l'aide d'une simple pression sur des tiges de fer que des ressorts à boudin maintiennent relevées, le fond s'ouvre en s'abaissant, et les boutons tombent dans la caisse commune qui se trouve alors au-dessous. La caisse vide est prête à recevoir une nouvelle cuisson. Les boutons se refroidissent pendant le temps que la caisse met à revenir à cette dernière position.

Comme nous n'aurons pas à revenir sur cette fabrication, nous dirons tout de suite quelques mots de leur décoration, qu'on pourra comprendre du reste d'après ce que nous avons déjà dit en traitant de la chimie céramique.

En introduisant, dans la pâte des boutons, différents oxydes métalliques, on obtient des boutons teints dans la masse. On a préparé des boutons bleus de nuances variées avec l'oxyde de cobalt, seul ou mélangé d'oxyde de zinc ou d'alumine, des verts de diverses nuances avec l'oxyde de chrome, des gris avec l'oxyde de nickel, des bruns avec le chromate de fer, des noirs avec l'oxyde de cuivre, etc. Ces pâtes colorées se cuisent exactement comme si les boutons étaient en pâte blanche.

Les boutons blancs ou colorés dans la masse sont triés et livrés à l'encartage ; mais ils peuvent être dorés ou peints des couleurs très-variées que fournit la palette du peintre en porcelaine. La dorure et la peinture se font au moyen de l'impression. Des cylindres d'acier gravés permettent d'obtenir le transport de la couleur sur un papier sans fin. L'impression s'effectue par des moyens très-simples et très-rapides sur des boutons collés préalablement sur une feuille de papier, et la cuisson s'opère dans des fours analogues à ceux qui servent à la cuisson des boutons blancs, c'est-à-dire à vue, à feu continu, et par des moyens tout à fait semblables à ceux que je viens de décrire. Il n'y a de différence que dans la température qui atteint à peine le rouge cerise, tandis qu'elle s'élève jusqu'au blanc dans les fours à cuire la pâte à boutons.

La dorure appliquée de cette manière deviendrait dispendieuse ; on l'emploie plus volontiers pour faire des filets sur le bouton ; il doit alors recevoir du brunissage un éclat qui le complète.

L'encartage se fait sur des cartes piquées à la machine ; l'encartage proprement dit est la seule opération qui ne se fasse pas mécaniquement, aussi coûtait-il d'abord 48 à 50 centimes par masse, c'est-à-dire en moyenne les 30 pour 100 du prix de la masse des boutons blancs. Aujourd'hui cette dépense ne s'élève qu'à 10 à 15 centimes.

Les moyens perfectionnés par M. Bapterosses et la concurrence qui se maintient entre ses produits et ceux obtenus par les procédés anglais ont amené sur les prix de vente une baisse considérable ; l'accroissement de la consommation a dû s'en ressentir. Les prix se sont abaissés de 8 francs la masse encartée (prix de 1845) à $1^{fr}75^{c}$, et même $1^{fr}25^{c}$. La fabrication de M. Bapterosses atteint aujourd'hui de huit cents à mille masses par jour, y compris cent

cinquante masses de boutons imprimés, ces derniers au prix moyen de 4 francs la masse.

M. Ebelmen termine son Rapport, duquel les détails qui précèdent sont extraits, en constatant un résultat des plus honorables pour l'industrie française : la fabrication des boutons a cessé complétement aujourd'hui dans la Grande-Bretagne, et les cessionnaires du brevet *Prosser* achètent maintenant en France les boutons qu'ils vendent en Angleterre.

En présence de ces faits, plusieurs fabriques spéciales ont tenté de s'établir concurremment à Paris ou dans quelques pays voisins. A Paris, les tentatives ont échoué ; elles n'ont pas réussi davantage en Espagne ; mais il paraît que l'Allemagne et le duché de Bade possèdent des manufactures de boutons en voie de prospérité.



VINGT-DEUXIÈME LEÇON.

SYNTHÈSE ET ANALYSES CÉRAMIQUES.

Fabrication des poteries. — Poteries opaques tendres; simples, composées. — Faïences communes; poteries simples, composées. — Faïences fines; poteries simples, composées. — Grès communs et fins; poteries simples, composées. — Porcelaines dures; poteries simples, composées. — Porcelaines tendres anglaises; poteries simples, composées. — Porcelaines tendres françaises; poteries simples, composées.

Analyse céramique. — Matières solubles dans l'eau. — Gypse, acide borique, borax, sel marin, carbonates de potasse et de soude. — Matières insolubles dans l'eau, solubles dans les acides froids ou chauds, carbonates de chaux, de magnésie. — Matières insolubles dans les acides. Kaolin, pâte cuite, vernis. — Mélanges de matières solubles et de matières insolubles dans l'eau et dans les acides.

FABRICATION.

Nous avons donné dans la Leçon qui précède, en quelque sorte sous forme synoptique, les compositions des diverses poteries que l'art céramique peut offrir. Nous avons indiqué, sans doute avec des détails suffisants, les glaçures qui convenaient ou pouvaient convenir à chacune de ces productions.

Nous devons faire connaître maintenant, mais à titre sommaire, les conditions de préparation et de façonnage applicables à chacune de ces compositions dans le but de transformer des produits grossiers plus ou moins en des produits industriels et commerciaux, c'est-à-dire en tenant compte des circonstances dans lesquelles il faut établir, pour qu'il y ait bénéfice raisonnable sans lequel toute fabrication est un leurre. Nous indiquerons en même temps les températures ou les limites de température entre lesquelles les diverses poteries doivent cuire, afin de présenter les qualités que le commerce réclame, soit au point de vue de la pâte, soit au point de vue de la glaçure.

Nous aurions pu réunir ces documents à la suite de chaque

genre et même de chaque espèce, mais nous avons craint d'étendre beaucoup trop les descriptions synthétiques que nous présentions; nous avons voulu conserver l'avantage de grouper, pour les rendre plus compréhensibles, les caractères chimiques qui ressortent des compositions généralement en usage.

Ici nous pouvons simplifier l'étude des procédés de fabrication; car les méthodes qui permettent l'application sur une poterie simple des glaçures qui la transforment en poterie composée ne changent généralement pas avec la composition de cette glaçure; nous n'avons donc plus à détailler les espèces de poteries que nous avons établies en nous plaçant au point de vue chimique, et nous nous bornerons à distinguer les genres, en tenant compte naturellement, dans le choix des méthodes technologiques adoptées dans la fabrication, des prix auxquels le produit doit être livré.

Nous étudierons ainsi les poteries tendres mates, les poteries vernissées, les faïences stannifères, les faïences fines, les grès et les porcelaines. Nous irons du simple au composé, de la poterie grossière et sans valeur à la poterie fine et de la plus grande richesse.

POTERIES MATES.

Les poteries mates nécessairement simples, communes en raison du bas prix auquel on peut les livrer, ne peuvent comporter dans leur fabrication des procédés coûteux. Nous avons dit que leur pâte pouvait admettre toute espèce de mélange suivant leur destination : les matériaux, convenablement choisis et déterminés, soit en poids, soit en volume, sont pétris. Nous rappellerons que ce sont ordinairement des argiles figulines ou des marnes argileuses. La pâte est marchée ou malaxée, très-rarement lavée; on la dégraisse avec du sable, du ciment, des escarbilles, etc.; le ciment et les escarbilles doivent être triturés; leur usage augmente la main-d'œuvre.

Les procédés de cuisson sont en rapport avec l'économie de la fabrication; un seul feu suffit pour terminer la poterie; la température de cuisson est variable avec la destination des produits : elle peut atteindre la température de cuisson du grès cérame grossier.

Le four prend ordinairement la forme carrée; les foyers sont inférieurs; les produits à cuire sont placés sur une voûte percée de

trous qui livrent passage à la flamme, et surmontés par une seconde voûte également percée de trous qui font l'office d'une cheminée.

Le combustible employé est tantôt le bois en fagots, tantôt la houille, et quelquefois la tourbe ou l'anthracite.

La plastique, en grand honneur chez les anciens, qui l'avaient pratiquée sur une grande échelle avec une grande perfection, appartient évidemment à l'ordre des produits céramiques qui nous occupent, mais elle présente une différence à cause du prix auquel elle doit être livrée, prix résultant des qualités que la plastique doit rechercher pour être d'un usage convenable.

La pâte argileuse doit être fine, assez compacte et assez cuite pour résister aux influences atmosphériques; il faut ensuite que les objets fabriqués conservent après la cuisson la rectitude des lignes sans lesquelles il n'y a pas d'architecture possible. Les prix ne doivent cependant pas être trop élevés, car la plastique ne peut s'étendre dans cette voie qu'à la condition de présenter une économie notable sur les autres matériaux de construction. Un tour de main très-simple permet d'obtenir une économie notable : au lieu de faire avec la même pâte fine et blanchâtre du ton de la pierre, toute l'épaisseur de la pièce, on ne fait que la surface extérieure visible; on double l'intérieur avec une pâte rougeâtre grossière et peu coûteuse; elle offre pendant la cuisson l'avantage de résister à la fente mieux que la pâte bien broyée. Ces deux pâtes doivent être composées de telle sorte, qu'elles prennent la même retraite pendant les diverses périodes qui constituent l'ensemble de la fabrication. C'est par un semblable procédé qu'ont été faits les plus grands spécimens de l'art ancien conservés dans les musées de l'Europe.

C'est à la fabrication de ces divers objets que sont surtout appliqués les procédés de façonnage par moulage. Cependant les vases de jardin, les pots à fleurs sont faits sur le tour, souvent sans tournassage. Le tournage se fait avec une rapidité telle, qu'on s'explique le bas prix auquel sont donnés à la consommation ces ustensiles très-répandus et très-variés de formes. Lorsque ces pièces ont des dimensions un peu considérables, on les fait à la main au moyen de colombins fortement battus et serrés les uns contre les autres. C'est par cette méthode que sont établis les creusets de verrerie, les cornues à gaz, etc.

Lorsque ces poteries ont une pâte fine, comme les vases pour fleurs destinés à l'intérieur des appartements, le broyage doit être soigné; les argiles sont lavées avec soin : la pâte tamisée, marchée et le façonnage entraînent à des dépenses plus considérables. L'ébauchage se fait sur le tour ou dans des moules ; il est toujours suivi de tournassage et de réparages délicats.

Les fours peuvent être de toute forme; les fours ronds sont préférables : ils donnent une plus grande régularité dans la cuisson des poteries.

POTERIES VERNISSÉES.

Lorsque les poteries à pâte tendre sont recouvertes de vernis, la fabrication est grossière ou soignée suivant la valeur du produit; l'ébauche se fait ordinairement sur le tour, à l'estèque, sans modèle ni moule. Quelques pièces se font cependant par moulage, celles qui ne peuvent être tournées. Quelquefois on termine sur le tour l'intérieur des pièces pour les poteries un peu plus soignées.

Les pièces de garniture sont faites à la main et collées immédiatement sur les parties qui doivent les recevoir.

La cuisson, qui est souvent simple pour celles de ces pièces qui reçoivent le vernis en cru, devient double, lorsque la glaçure est pratiquée par immersion ou arrosement sur les pièces déjà cuites; elle est nécessairement double pour les poteries dont la glaçure est très-fusible et dont le biscuit doit être convenablement cuit. Quelquefois aussi la première cuisson n'a d'autre but que la transformation de la poterie en un objet d'une matière poreuse non délayable dans l'eau ; le vernis et la pâte cuisent ensuite à la même température.

La température de cuisson varie du rouge brun au rouge blanchâtre.

Le four est quelquefois séparé par une voûte à claire-voie dont le but est de répartir la chaleur uniformément dans toute la capacité du laboratoire.

Il n'y a pas d'encastage; les poteries s'enfournent en charge ou par échappades, malgré le vernis qui les enduit et qui les colle les unes aux autres : le mérite de l'enfournement est de ne les faire se toucher que par les points les plus cachés et les moins nombreux.

L'avantage de cette poterie ressort de son bas prix; elle sup-

porte assez bien sans se briser les changements de température, mais elle a l'inconvénient de n'offrir souvent au consommateur que des ustensiles poreux recouverts d'une glaçure tressaillée qui s'empuantit promptement.

Les matières qui composent le vernis sont mêlées, puis broyées; délayées dans l'eau, elles sont placées sur la pâte soit par arrosement, quand on veut réserver certaines parties pour les recouvrir d'un vernis coloré, soit par immersion, lorsqu'on veut obtenir une pièce entièrement vernissée.

Le four, à Paris, est ordinairement carré; il a 5 mètres de hauteur environ à partir du sol du premier laboratoire jusqu'à la voûte du second; il a $2^{m},30$ de côté. La combustion s'opère dans un foyer de $1^{m},2$ de hauteur. Les pièces à cuire sont placées dans deux laboratoires, l'un inférieur, de $2^{m},30$ de hauteur, qui reçoit les pièces en vernis; l'autre supérieur, de 2 mètres, qui reçoit les biscuits; il n'y a d'encastage ni pour les uns ni pour les autres.

La cuisson se divise en deux époques. Le petit feu, qu'on nomme *trempe,* dure environ douze heures; on brûle pour le produire des rondins de bois de chêne pelard. Le grand feu, qui termine la cuite, dure environ vingt heures; il se fait avec du bois fendu en petites bûchettes. C'est ici qu'il faut avoir soin de placer au bas du four les pièces les plus lourdes et les plus solides, et de ne mettre en contact les pièces que par trois ou quatre points seulement, pour éviter les touches qui apparaissent toujours.

FAIENCES COMMUNES.

Nous avons vu que les faïences à glaçure stannifère devaient satisfaire à des conditions impérieuses comme composition; le prix auquel cette poterie doit être livrée rend sa fabrication rapide et peu soignée; sa pâte se compose d'argile commune, de marne argileuse et de sable. Les argiles sont lavées; le sable n'est pas broyé. Le façonnage, généralement grossier, ne consiste souvent qu'en un ébauchage assez soigné; le tournassage a quelquefois pour but de terminer la pièce; les parties ovales se font par moulage; les garnitures sont moulées et collées avec soin.

Poteries simples. — Les matériaux de la pâte sont mêlés dans une caisse rectangulaire qu'on nomme *gâchoir;* la pâte qui résulte de ce mélange est agitée dans une assez grande quantité d'eau

pour que les parties étrangères aux éléments nécessaires soient éloignées par une simple décantation, suivie d'un tamisage. Au sortir du gâchoir, la pâte en bouillie épaisse est réunie dans des fosses creusées à proximité du gâchoir ; elle s'épaissit encore et se conserve jusqu'au moment où, la prenant pour la travailler, on la raffermit ; on la projette sur des murs secs. On la pétrit de nouveau par marchage ; puis on en forme enfin des ballons de 25 kilogrammes environ, qu'on tient à la disposition des ébaucheurs.

La pâte est mise alors sur le tour ; la diminution de la pièce est déterminée par le porte-mesure ; beaucoup de pièces sont terminées par l'ébauchage, surtout celles de faïence brune. Les pièces de faïence blanche sont terminées sur le tour ; on leur donne au moyen de tournassins la forme et le contour qu'elles doivent conserver : il faut éviter l'emploi de la corne pour polir, car cette pratique rend plus difficile un émaillage convenable ; elle paraît conduire à l'*escoussage*.

Les pièces tournassées se mettent à sécher l'une sur l'autre par cinq ou six, quand ce sont des pièces plates et sans pied, comme les assiettes ; lorsque ce sont des pièces creuses, on les met renversées l'une sur l'autre deux à deux, comme les tasses, les jattes, etc., c'est-à-dire à *boucheton*. On évite par cette disposition le gauchissement et la déformation que les pièces pourraient prendre pendant leur dessiccation.

Les pièces plates et les assiettes se font par moulage à l'aide d'une croûte. La croûte se fait au moyen d'un ballon de pâte qu'on comprime à l'aide du tampon.

L'usage général est de cuire la faïence commune dans des fours carrés ; mais on peut aussi les cuire dans des fours verticaux ronds à alandiers. Parmi ces derniers, les uns ont des foyers inférieurs communiquant par une voûte au laboratoire inférieur, et les autres n'ont pas de voûte.

L'encastage se fait partie en cazettes, partie en échappades. Les pièces à cuire en biscuit sont placées dans la partie supérieure du four, disposées en charge sur plusieurs planchers.

Poteries composées. — Les pièces en émail se cuisent dans le même four et simultanément ; elles occupent environ les deux tiers du laboratoire, c'est-à-dire de onze à treize planchers ; on met

dans des cazettes les pièces plates, telles que plats, assiettes, etc., portées sur des pernettes. Nous savons comment se font les étuis et les supports. Pour éviter que les pièces ne se dessèchent, les cazettes doivent être émaillées en dedans; on les enduit intérieurement d'un mélange de minium et des rebuts de l'émail, provenant de l'épluchage des fontes brutes calcinées sous les fours.

Nous avons vu la composition de cette glaçure; elle est en général assez constante. On la fait fondre dans le *bassin* du four vers 60 ou 70 degrés du pyromètre de Wedgwood; la masse fondue n'est pas toujours parfaitement blanche, elle est même quelquefois noire; mais, pilée et refondue sur les pièces mêmes, elle cuit bien blanc.

L'émail est épluché, puis broyé. On le met en suspension dans l'eau; après l'avoir agité, il doit se présenter sous la forme d'une bouillie claire: il se met par immersion, lorsque la pièce est entièrement blanche; partie par immersion et partie par arrosement, lorsque la pièce n'a pas la même couleur intérieurement et extérieurement.

On trempe d'abord la pièce dans l'émail de l'extérieur en la plongeant jusqu'au bord; l'ouvrier la tient en dedans. On laisse raffermir cette glaçure extérieure, puis on reprend la pièce pour y verser la glaçure qui doit retirer à l'intérieur les inconvénients de la porosité; on l'étend au moyen d'un mouvement approprié, on la promène sur toutes les parties de la pièce, puis on déverse dans un baquet l'excédant qui peut servir à celles qu'on doit encore mettre en émail.

Les pièces émaillées à l'épaisseur voulue sont retouchées dans les points où l'émail manque. On enlève les gouttes qui formeraient une épaisseur trop considérable.

Les accidents auxquels sont sujettes les faïences émaillées sont principalement l'escoussage, l'écaillage et les tressaillures.

Les cazettes ne s'élèvent que sur le devant et sur le fond du four; on ne les pose que sur les deux tiers de la hauteur; on complète l'enfournement au moyen des planchers qui reçoivent les échappades et qui s'élèvent même au-dessus des cazettes.

Les pièces placées sur les planchers des échappades reposent sur des colifichets triangulaires.

On cuit simultanément dans le même four le cru, qui se place

dans le haut ainsi que nous l'avons dit, et les pièces en émail qui nécessitent un feu plus violent.

Les pièces en cru se placent toujours en échappade d'abord sur deux ou trois planchers de tuiles, ensuite en charge les unes dans les autres ou l'une sur l'autre sans aucun moyen de support intermédiaire; on économise ainsi la place au four.

La cuisson comprend deux périodes distinctes : dans un four carré d'environ 5 mètres de hauteur sur $2^{m},50$ de côté, le petit feu dure de quinze à seize heures; il se fait en jetant dans le foyer des rondins de bois pelard : le grand feu dure douze à treize heures; on l'alimente avec du bois fendu.

On défourne généralement au bout de trente-six heures. Pour cuire le four dont j'ai donné la dimension, on évalue à 14 stères de bois (mélange de chêne, de charme et de hêtre) la quantité de combustible brûlé; on peut cuire cent quarante douzaines de grosses pièces.

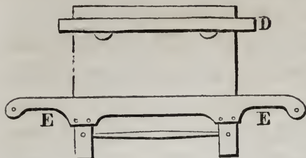
La conduite du feu dans les fours carrés est difficile; la cuisson au bois est dispendieuse. On a proposé la cuisson à la houille, et lorsque le four est convenablement disposé pour que l'atmosphère du laboratoire ne soit ni trop oxydante ni trop réductive, la cuisson est bonne, c'est-à-dire qu'avec l'intensité de feu désirée, d'une part le biscuit n'est pas trop coloré, d'autre part l'émail n'est ni réduit ni sucé. On évalue, aux portes de Paris, à 50 pour 100 l'économie qui résulte, dans la fabrication des faïences, de la substitution du chauffage à la houille au chauffage au bois.

Nous avons vu les conditions auxquelles devaient satisfaire les pâtes ingerçables. Ces pâtes sont spécialement affectées à l'établissement des plaques de poêles, carreaux de cheminées, etc. Nous croyons devoir dire en quelques mots comment on les façonne.

Le mouleur rend la pâte suffisamment homogène par un marchage soigné. Il en forme des ballons qu'il marche encore pour les aplatir sous forme de plaques circulaires; ces plaques sont soudées l'une sur l'autre par simple pression de manière à former des espèces de cylindres verticaux d'environ 1 mètre de hauteur. On abat sur ces cylindres des volumes à section segmentaire qui transforment le solide restant en un parallélipipède dont la base rectangulaire représente la plus grande plaque que l'on veuille produire. Ce parallélipipède est placé sur un brancard E (*fig.* 446),

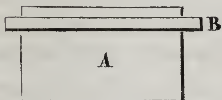
au moyen duquel on le transporte dans l'atelier de moulage. L'ouvrier mouleur indique au moyen de deux règles de bois D l'épaisseur des croûtes qu'il veut débiter, il fixe ces règles, l'une sur la face antérieure, l'autre sur la face postérieure, sur les faces verticales à l'aide de deux petites boulettes de pâte : au moyen du fil de laiton il sépare un première, puis une seconde, puis une troisième croûte.

Fig. 446.



Pour transporter ces croûtes A sans les déchirer, on les soulève l'une après l'autre (*fig.* 447), on glisse une règle entre deux, on superpose la deuxième règle sur la surface supérieure et, comprimant les deux règles l'une sur l'autre, on transporte verticalement chacune des croûtes dans un moule de plâtre qui donne exactement les limites de la plaque en longueur, largeur et épaisseur.

Fig. 447.



Le mouleur place sa croûte dans le moule C (*fig.* 448); il la tamponne et la comprime avec toute la régularité possible; il enlève avec un racloir tout ce qui dépasse en épaisseur la profondeur du moule; c'est alors qu'il ajoute les colombins qu'il soude sur la croûte de manière à former les renforts E destinés à consolider la plaque. Ces colombins sont composés de la même pâte que la croûte elle-même.

Fig. 448



On enfourne quand la pâte est sèche ; le four est analogue à celui du faïencier. On cuit au bois; on cuirait à la houille. La glaçure qu'on applique sur ces carreaux est l'émail des faïences de ménage.

FAIENCE FINE.

Nous avons vu, à titre général, que la pâte des faïences fines était composée d'argile plastique lavée, dégraissée par du silex ou du quartz broyé. Elle est très-fine et très-plastique.

Les qualités de cette poterie sont : la couleur blanche de la pâte, l'éclat et la solidité du vernis, la finesse et la légèreté des pièces qu'on en peut faire. La plasticité de la pâte rend le travail sûr et

rapide. Malheureusement à ces qualités se joignent quelques défauts, entre autres celui de ne pas aller sur le feu, d'être, par ce chef, impropre à beaucoup d'usages domestiques.

Lorsqu'on établit cette poterie avec une économie mal entendue, le vernis devient trop tendre, la pâte est poreuse par manque de cuisson ou mauvais choix de matières premières; la glaçure tressaille ou se laisse entamer par le couteau; la pâte se pénètre alors de substances huileuses qui la salissent et l'empuantissent.

Ces défauts peuvent être rendus manifestes par divers essais. Une mauvaise lame entame la poterie; la glaçure se noircit à l'approche de gaz chargés d'hydrogène sulfuré. On voit alors apparaître sur la glaçure rayée et même dans la pâte, à des distances d'autant plus éloignées de la rayure que la poterie est moins bien conditionnée, une coloration noirâtre par la cuisson d'œufs et d'huile.

Ces différences de qualité dans les poteries dites *faïences fines*, différences dues à des compositions variées de pâtes et de glaçures, ont fait admettre trois groupes distincts. Nous avons indiqué divers exemples de ces compositions; on apporte plus ou moins de soins dans leur façonnage; on les cuit à des températures plus ou moins élevées. Nous devons revenir sur ces divers points pour bien faire comprendre que les prix de ces diverses poteries ne peuvent être les mêmes.

La qualité la plus commune est nommée chez nous terre de pipe. La pâte, composée d'argile et de silex avec une addition d'un peu de craie ou de fritte, est assez fusible. Le biscuit et la glaçure ordinairement très-tendre cuisent ensemble au même feu, généralement à des températures qui ne dépassent pas 25 ou 30 degrés du pyromètre de Wegdwood.

Les cailloutages anglais admettent dans leur composition une certaine quantité de silex et de feldspath : il faut une température beaucoup plus élevée pour cuire la pâte que pour cuire le vernis : 60 degrés pyrométriques pour la pâte et 20 ou 25 degrés pour la glaçure.

La variété de faïence fine la plus estimée est celle que les fabricants français nomment porcelaine opaque; le biscuit est très-dur, il cuit à 90 ou 100 degrés du pyromètre de Wedgwood. Le vernis est nécessairement cuit à la chaleur blanche; il exige 27 à 30 degrés du pyromètre de Wedgwood.

Suivons cette dernière fabrication que nous pouvons prendre pour type.

POTERIE SIMPLE. — Les matériaux sont broyés, lavés et tamisés. Les silex qu'on emploie proviennent de la craie; ils sont calcinés, puis broyés. On les amène dans la cuve de mélange à l'état de bouillie claire, d'une consistance suffisante cependant pour que les matériaux ne se séparent pas, après leur mélange, par ordre de densité. Toutefois la pâte est cependant trop liquide pour pouvoir être maniée. Le raffermissement se fait dans de longues caisses chauffées ayant souvent 20 mètres de long, et dans lesquelles on la brasse avec des râteaux.

La pâte raffermie est pétrie et malaxée jusqu'à ce qu'elle ne contienne plus ni vent ni matton. Le pétrissage se fait à l'aide de tines à malaxer ou de cylindres compresseurs.

Façonnage. — La pâte est très-plastique; elle se travaille aisément. L'ébauche se fait sur le tour, tantôt à la housse, tantôt à la main, mais avec une rapidité telle, qu'un ébaucheur aidé d'un enfant porteur et d'un enfant tourneur fait 2,000 tasses de $0^{m},10$ de diamètre dans une journée de dix heures. Un tournasseur peut avec un aide finir 600 à 700 tasses du même diamètre.

Les assiettes sont moulées à la croûte avec une grande célérité. Une assiette ordinaire peut être ébauchée en huit secondes, c'est-à-dire qu'on fait près de 3,600 pièces par journée de dix heures.

La fabrication est assez soignée pour que le tournassage soit le complément nécessaire de l'ébauche; il s'exécute sur le tour en l'air, dont l'axe est horizontal. Les pièces moulées n'ont besoin pour être terminées que d'un réparage, dont le but est d'enlever les bavures de l'éponge et les coutures du moule, si ce moule était en plusieurs pièces.

Le garnissage n'offre aucune difficulté; les garnitures se font à la filière ou dans des moules. Les pièces d'applicage sont collées et le tout encasté pour être cuit dans un four, qui généralement est de dimensions plus considérables que celles des fours à vernis.

Cuisson. — L'encastage n'offre aucune difficulté, car les pièces ne se ramollissent pas. Le four est généralement un four rond avec alandiers sur la base. Leurs dimensions sont en moyenne de 4 mètres de diamètre sur $4^{m},40$ de hauteur; ils peuvent contenir quatre-vingt-sept piles de cazettes. Les cazettes ont 24 centimètres

de hauteur; elles contiennent de quatorze à seize assiettes. Chaque pile peut être formée de dix-huit cazettes, vu la hauteur du four; c'est donc environ la contenance de vingt mille assiettes, si l'on n'enfournait que cette seule espèce de produit.

Pour cuire le biscuit, on se sert comme pyroscope, pour juger de l'état de la cuisson, de petites boules creuses d'argile ou de pâte de faïence, dans laquelle on introduit une certaine quantité d'oxyde de fer; ces boules, qui ont $0^{m},02$ à $0^{m},03$ de diamètre, sont percées de part en part. On juge si le biscuit est suffisamment cuit par la retraite qu'elles ont prise, qui leur permet de passer par un trou de diamètre invariable, et par les diverses nuances, rouges et brunâtres, qu'elles prennent sous l'influence d'une chaleur plus ou moins élevée. La cuisson dure environ quarante heures.

En France, on ne se sert pas de semblables pyroscopes, on juge du degré de cuisson d'après l'aspect que prennent des tasses en biscuit qui servent de montres, et qu'on retire par l'anse au moyen d'un long ringard.

Poteries composées. — Le biscuit de faïence fine, même des cailloutages ou des porcelaines opaques, n'a, jusqu'à ce jour, aucun usage. Il n'est pas cuit en grès, en sorte qu'il n'est pas complétement imperméable. On le couvre d'une glaçure plombifère, boracique ou stannifère, avant de le livrer dans le commerce; nous avons donné des exemples de la composition de ces glaçures.

Lorsqu'on a terminé la cuisson du biscuit, qu'on a fixé la composition des glaçures et que le mélange est complet, on les fait fondre ou fritter, sauf le minium qui s'ajoute ensuite à la fritte broyée; c'est le minium qui donne le ton rosâtre que possèdent les glaçures déposées sur la marchandise avant la cuisson. On ajoute toujours dans ces glaçures un peu d'oxyde de cobalt, qui corrige la nuance jaune que prendraient la glaçure et le biscuit.

Le vernis est mêlé dans de l'eau jusqu'à consistance d'une bouillie claire; l'expérience détermine le rapport de vernis sec et d'eau qu'il convient d'employer pour obtenir une couche de glaçure suffisamment épaisse. L'immersion est suivie d'une retouche pour enlever les épaisseurs et recharger les maigreurs.

Encastage — L'encastage des pièces en vernis demande plus de soin que celui des pièces en biscuit.

Il est indispensable d'enduire de vernis l'intérieur des cazettes,

pour qu'elles n'absorbent pas celui qu'on dépose sur les pièces qu'elles renferment. Il faut ménager la place au four tout en faisant en sorte que les pièces ne se touchent que par des points très-peu nombreux et cachés. Les cazettes sont lutées et maintenues verticalement les unes sur les autres par des accots formés de débris d'étuis. Lorsque la pièce repose par son pied sur des supports, ce pied doit être garni d'esquilles de silex ou de quartz pour empêcher l'adhérence de la pièce avec le vernis dont on a recouvert le rondeau. On sait par expérience les places du four dans lesquelles la température est la plus élevée; on y place les pièces qui par leur forme exigent, pour que la glaçure prenne une belle étente, un coup de feu plus violent. On réserve dans certaines parties du four des étuis ouverts pour le placement des montres.

Fours. — Les fours à vernis sont de la même forme que ceux qui servent à cuire le biscuit, seulement ils sont de moindres dimensions; ils ne doivent être ni trop grands ni trop petits. Dans un cas, il y aurait difficulté pour répartir uniformément la chaleur dans l'intérieur du laboratoire; dans l'autre cas, il y aurait mauvais emploi de combustible. On cuit à la houille comme pour le biscuit.

Quatre heures après avoir commencé le feu, les alandiers sont à peu près pleins. On charge la houille régulièrement d'heure en heure; après douze heures de feu, le vernis commence à fondre; deux heures après, la cuisson est très-avancée : il faut alors être sur ses gardes; la cuisson ne dure pas au delà de quinze heures.

Le défournement a lieu peu d'heures après la cuisson complète, mais on ouvre le four progressivement. On quitte le feu du four à vernir sur les pyroscopes dont nous avons parlé; on les recouvre quand ils ont été cuits en biscuit d'un vernis plombifère très-fusible; ce vernis paraît d'abord rouge clair, puis rougeâtre, enfin brun, quand la température est au point voulu. Pour éviter que ces pyroscopes n'induisent en erreur, on les doit retirer très-rapidement; sans cette précaution, ils s'enfumeraient et prendraient des teintes différentes de celles correspondantes au feu qu'ils ont subi; ils accuseraient alors un degré de chaleur de beaucoup inexact.

Quoiqu'il y ait toujours avantage à ne défourner les pièces que lorsqu'elles sont froides, c'est à cette fabrication qu'on applique généralement une célérité telle, que les ouvriers ont peine à ne pas se brûler.

GRÈS COMMUNS.

Les poteries dont l'étude précède ne s'emploient guère, en raison même de la perméabilité de leur pâte, qu'à l'état de poteries composées. Au contraire, la poterie dont nous allons nous occuper n'entre dans les usages domestiques sur la plus grande échelle qu'à l'état de poterie simple. On sait, en effet, que les terres cuites en grès possèdent une imperméabilité telle, qu'ils peuvent contenir des liquides.

Ces poteries ont pour qualité de donner en outre des pièces solides d'une assez grande dimension; mais elles ont l'inconvénient de ne pouvoir aller sur le feu, d'être fragiles par le choc et les changements brusques de chaleur; elles sont d'un prix assez élevé, basé sur la température élevée qu'exige leur cuisson.

Poteries simples. — Nous avons indiqué quelques compositions de ces sortes de poteries; nous rappellerons que leur pâte est généralement composée de l'argile plastique qui recouvre la craie. Nous constaterons ici, pour n'y plus revenir, que l'expérience a démontré que le moyen le plus sûr d'avoir des pâtes dans les meilleures conditions sous le rapport de la couleur, de la résistance au choc, à la fente, à la déformation, consiste à mélanger ensemble plusieurs argiles plastiques. Les essais peuvent seuls faire apprécier les mélanges qui conviennent.

Les argiles plastiques ne sont pas lavées; on se contente de les éplucher pour enlever les cailloux, le silex, les pyrites, les nodules de craie ou les dépôts ferrugineux, qui remplissent les crevasses dont sont fendillés les amas argileux. Le lavage serait trop difficile et trop coûteux; on coupe à la plane, et les copeaux humectés, pétris et malaxés sont mélangés dans des tines.

La plupart des pièces de grès communs ont une forme de révolution; on les fait sur le tour.

Four. — Le four employé dans le Beauvoisis a la forme d'un demi-cylindre couché; l'axe de tirage est oblique; nous en avons donné la forme page 203 et les dimensions page 241. Il a 13 à 14 mètres de long. On chauffe d'abord avec du bois de bouleau de 1 mètre de long. Le petit feu, qu'on nomme *trempe,* dure cinq jours. On brûle pour cette trempe environ 72 stères de bois. Le grand feu se fait avec des fagots de bourrées; il dure cinq jours; on consomme environ cinq cents fagots.

On présume que le grès est cuit lorsque le mur de pots qui ferme le four est rouge; on se guide pour quitter le feu sur l'état dans lequel se trouvent quelques pots de grès qu'on enlève au moyen d'un ringard par des ouvertures réservées dans la cloison.

Poteries composées. — Lorsqu'on veut empêcher les grès communs de laisser suinter les liquides, on les recouvre de glaçure; cette perméabilité apparente ne résulte pas d'une cuisson incomplète, mais souvent d'alvéoles ou de fentes que les pâtes préparées très-rapidement présentent en quantité trop considérable.

Ces glaçures sont vitreuses alcalines ou calcaires. Les premières proviennent de la décomposition du sel marin par la pâte elle-même; les secondes sont appliquées extérieurement et quelquefois intérieurement comme extérieurement. On les pulvérise, puis on les met sur la poterie crue par arrosement; la pâte étant très-plastique, est fort résistante, quoique très-humide.

GRÈS FINS.

Nous avons vu que la pâte des grès fins différait beaucoup comme composition de celle des grès communs. Les grès fins comme poterie simple ne sont guère employés que comme objets d'ornementation ; ils se rapprochent alors des biscuits de porcelaine. Mais en général ils sont plus colorés.

Poteries simples. — Les matériaux dont nous avons donné les proportions, sont réduits par le broyage au degré de finesse voulue; les pâtes sont tamisées, ce qui équivaut au lavage des argiles; elles sont malaxées et battues, ordinairement laminées par le passage d'un lourd rouleau de fonte.

La plupart des pièces sont ébauchées sur le tour et tournassées avec beaucoup de soin; les pièces de garniture sont moulées, souvent dans des moules de terre cuite; le démoulage et le collage s'opèrent facilement à cause de la plasticité de la pâte, et la réunion des parties présente toute la solidité voulue par suite du commencement de vitrification qui rassemble les molécules en contact.

Four. — Les grès fins se cuisent souvent dans des fours cylindriques droits dont les alandiers ressemblent à ceux des fours dans lesquels on cuit la faïence fine : ils sont cependant de plus petite dimension, à cause de la plus haute température qu'ils doivent

fournir. Le pyromètre de Wedgwood indique, en effet, de 100 à 120 degrés. On cuit au bois ou à la houille. Quand on veut vernir au sel marin, il faut toujours finir au bois. L'encastage se fait dans des étuis, et les pièces sont supportées par des rondeaux parfaitement dressés.

Poteries composées. — C'est à ces grès qu'on applique les glaçures par volatilisation, en recouvrant à l'intérieur des étuis les composés alcalins et plombeux dont nous avons parlé.

Lorsque les glaçures sont de nature feldspathique ou formées par des mélanges de frittes et d'autres matériaux arides, on les applique par immersion après avoir rendu, par une cuisson préalable, la pâte, dès lors indélayable dans l'eau, convenablement absorbante. L'encastage se fait avec soin, les poteries sont isolées les unes des autres pour qu'elles ne se collent pas; on les sépare par les points les plus isolés et les moins nombreux.

PORCELAINE DURE.

Nous avons vu la composition de ce genre de poterie. Le commerce présente en assez grande quantité comme objets de décorations des poteries simples, c'est-à-dire sans glaçure; on connaît ces produits sous le nom de *biscuit de porcelaine*. Comme service de table, on cherche le brillant et l'éclat qui résultent de l'application de la glaçure.

Poteries simples. — La pâte est, comme nous l'avons dit, essentiellement composée de deux éléments principaux, l'un argileux, infusible; nous avons vu que c'était le kaolin, ou seul ou mélangé, soit avec l'argile plastique, soit avec la magnésie; l'autre aride, fusible, donné par le feldspath pur ou mélangé d'autres minéraux pierreux, tels que le sable siliceux, la craie, le gypse, ou pris eux-mêmes isolément ou mêlés sous diverses formes.

Les matériaux de cette pâte dont la plasticité n'est que faible, demandent des lavages et des broyages plus soignés que ceux des poteries que nous venons d'étudier; la pâte elle-même exige un malaxage, un pétrissage, un battage très-complet, et surtout les plus minutieuses précautions pour éloigner tout mélange accidentel qui ferait perdre aux produits fabriqués les qualités qu'ils doivent tenir de leur blancheur. Malgré toutes ces préparations, la pâte est courte et beaucoup plus susceptible que toute autre pâte de

manifester, tant à la dessiccation qu'à la cuisson, les plus légères différences de pression qu'on lui a fait subir en la façonnant.

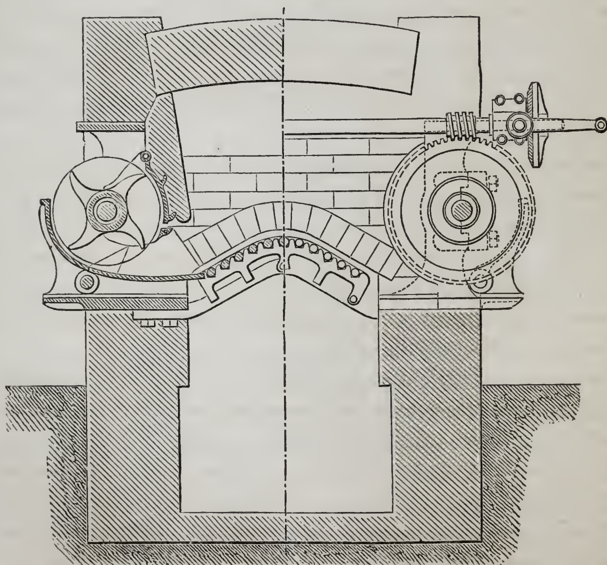
Les pâtes doivent être aussi plastiques qu'il est possible; on leur donne cette qualité par diverses méthodes, en les faisant vieillir, en les marchant, pétrissant, malaxant et battant; enfin en ajoutant à la pâte nouvelle la moitié de son poids de tournassures relavées.

Nous avons insisté, en traitant de la technologie céramique, sur les procédés qu'on emploie pour le façonnage des porcelaines; c'est cette poterie qui nous a fourni les divers exemples de pièces que nous avons indiqués. Nous avons dit quelles étaient les conditions dans lesquelles on peut faire usage des procédés de tournage, moulage et coulage.

Le moulage se fait à la balle, à la croûte, à la housse. La température de la cuisson est très-élevée entre 1,500 et 1,600 degrés du thermomètre centigrade.

On se sert aujourd'hui pour cuire la porcelaine de Sèvres, de houille et de bois. Le bois doit être du bois à longue flamme; les

Fig. 449.



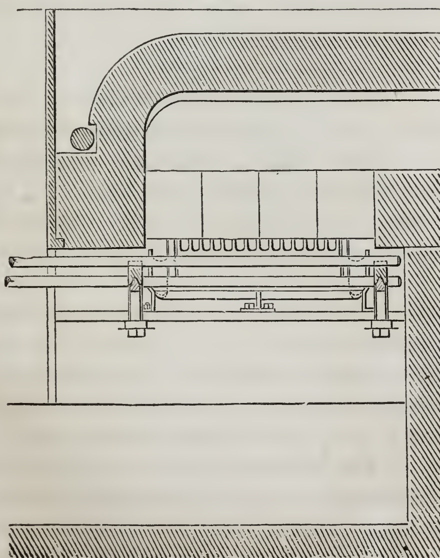
essences qu'on préfère sont le tremble, le bouleau, le sapin. Lors-

qu'on fait usage de houille, on recherche de préférence les houilles grasses. Les charbons de terre de Mons sont réputés de bonne qualité; les charbons anglais donnent également de très-bons résultats.

La quantité considérable de calorique perdu pendant la cuisson à la houille, à l'état de fumée noire et compacte surtout pendant le petit feu, doit faire tenter l'application des appareils fumivores aux différents systèmes d'alandiers. Je donne, ci-dessus, le dessin de la grille de M. Duméry, d'après un décalque qu'il a bien voulu me communiquer. Cet appareil était appliqué d'une manière satisfaisante à l'alimentation d'un four à réverbère dans la fabrication du fer. La vue extérieure et la coupe représentées (*fig.* 449) donnent une idée suffisamment exacte de la disposition qu'on pourrait adopter pour les fours à porcelaine dure.

Il ne serait pas nécessaire, ce me semble, d'établir autant de grilles qu'on aurait d'alandiers et de fours, car il serait très-possible de combiner tout le système pour qu'au moyen de chariots à rou-

Fig 450.



lettes, ces foyers devenant mobiles, puissent être transportés d'un

four au four voisin; il faudrait seulement un nombre d'appareils égal à celui des alandiers.

L'économie probable qui résultera d'un meilleur emploi du combustible, comme d'une combustion très-régulière, ne tarderaient pas à compenser la dépense d'installation. La *fig.* 450 est une coupe par un plan perpendiculaire à celui qui, dans la *fig.* 449, a déterminé la coupe du côté gauche.

Poteries composées. — C'est principalement aux poteries composées de ce genre qu'on donne le nom de *porcelaine dure.*

L'application de la glaçure sur la porcelaine dure qui cuit en même temps pâte et glaçure, conduit dans l'encastage à de nombreuses précautions pour maintenir dans leur forme des pièces ramollisables.

La glaçure est généralement feldspathique. Elle cuit en même temps que la pâte, et comme cette dernière est ramollissable, on éprouve les plus grandes difficultés dans l'enfournement et dans l'encastage. Les étuis doivent être de très-bonne qualité, bien réfractaires; il faut les luter avec soin. A cette fabrication se rapporte principalement tout ce que nous avons dit de l'encastage des pâtes ramollissables, page 223.

PORCELAINE TENDRE ANGLAISE.

La porcelaine tendre anglaise est façonnée par des procédés beaucoup plus simples, beaucoup plus économiques, que ceux mis en usage pour établir la porcelaine tendre française : sous le rapport du façonnage, nous pouvons considérer la pâte comme l'intermédiaire entre celle de la porcelaine dure et celle de la faïence fine.

Poterie simple. — A l'état de poterie simple, elle forme des biscuits d'une grande finesse, qu'il pourrait être impossible de distinguer des biscuits de porcelaine dure proprement dite. Le principal usage de cette poterie est le service de table, qui nécessite l'emploi d'une glaçure brillante et résistante.

Façonnage. — Les matériaux qui entrent dans la composition de la pâte sont ceux que nous avons indiqués plus haut; l'argile de kaolin est lavée, les autres éléments sont finement broyés. Le phosphate de chaux vient des os qu'on exporte en grande quantité d'Amérique et d'Irlande. On préfère les os de bœuf; on rejette

ordinairement ceux de cheval et de porc, auxquels on attribue à tort ou à raison, nous n'avons fait aucune expérience dans ce sens, la propriété de colorer la pâte. On les nettoie, on les dégraisse dans une chaudière qu'on maintient à l'ébullition, puis on les calcine, tantôt en plein air, tantôt dans des vases fermés; cette dernière méthode permet de recueillir les produits ammoniacaux. La calcination est terminée, dans ce cas, dans un fourneau particulier, dans lequel la combustion du charbon se complète, et duquel le phosphate de chaux sort parfaitement blanc.

L'argile plastique, le silex pyromaque et le sable quartzeux sont parfaitement broyés.

La pâte bien pétrie est mélangée et raffermie dans des bassins longs chauffés à la houille; on ne doit pas porter la température jusqu'à faire bouillir.

Le façonnage est en général soigné : la platerie, c'est-à-dire les assiettes et les plats se moulent à la croûte. Les moules sont en plâtre, quelquefois en terre cuite; on ne les fait que très-rarement en cuivre. Un grand nombre de petites pièces creuses se font au moyen du coulage dans des moules de plâtre.

Cuisson. — Le biscuit cuit dans des fours spéciaux; la température de cuisson est plus élevée pour la pâte que pour la glaçure. Les cazettes sont faites avec de belle argile; en Angleterre, on emploie, à cet effet, des argiles de Stourbridge qui font partie des formations houillères. L'encastage n'exige pas un soin considérable, à cause de l'absence du vernis. Les assiettes cuisent l'une dans l'autre, sans renversoirs ni supports, saupoudrées d'esquilles de silex; les grandes pièces cuisent sur des renversoirs faits en pâte très-sableuse. Les fours sont des fours verticaux cylindriques. La cuisson dure environ cinquante heures. Le combustible est la houille.

Poteries composées. — Les poteries composées de ce genre reçoivent leur brillant d'une glaçure plombifère, véritable cristal assez fusible et d'une grande limpidité.

La glaçure se compose de divers éléments qu'on fait fondre et qu'on pile; on ajoute au mélange broyé la quantité de minium suffisante pour amener à point la fusibilité de la matière vitreuse. On la met par arrosement ou par immersion. Le retouchage doit être fait avec soin : l'encastage est délicat. Il faut garnir intérieu-

rement les étuis et les cazettes de matières analogues à celles qui forment la glaçure, pour éviter le ressuie des pièces pendant la cuisson.

Les fours à vernis ont en général la forme des fours à biscuit; mais leurs dimensions sont moins considérables. La cuisson dure environ dix-sept à vingt heures. On cuit avec la houille. L'atmosphère du four ne doit pas être assez réductrice pour réduire le plomb et le volatiliser.

PORCELAINE TENDRE FRANÇAISE.

Nous avons déjà fait connaître les qualités de cette poterie et les circonstances particulières dans lesquelles on l'a fabriquée pour la première fois.

Poterie simple. — Comme biscuit, on a fait une grande quantité de sujets appartenant à la première période de la manufacture de Sèvres. On opérait par moulage. Nous avons vu que la composition de cette pâte ne peut donner aucune plasticité. Les matériaux frittés étaient broyés finement; la marne et la craie mélangées étaient tamisées, raffermies et moulées. Les pièces étaient tournassées à sec, ce qui occasionnait pour les ouvriers une poussière dangereuse. La pâte était additionnée, pour acquérir la plasticité nécessaire au moulage, d'un mélange particulier formé de savon vert et de colle de peau qui recevait le nom de *chimie*.

Le biscuit doit être cuit dans des fours à flamme oxydante; il est indispensable alors de le bien dépouiller de fumée : à cet effet, on fait passer les produits de la combustion dans une voûte avant de les lancer dans le laboratoire qui contient les poteries à cuire; de plus, il est convenable, pendant le grand feu, de laisser entre les murs et le bois qui charge les alandiers un espace libre par lequel se précipite dans le four un excès d'air qui brûle complétement la fumée.

Lorsque la pâte n'est pas suffisamment cuite, elle est légèrement rosâtre; de plus, elle est absorbante; il faut pour que le biscuit soit dans de bonnes conditions qu'il ait perdu toute porosité.

Poteries composées. — Le biscuit de cette poterie reçoit assez facilement la glaçure plombifère dont nous avons donné la composition. On la pose par immersion ou par arrosement en bouillie épaisse. On peut se servir du même four ou de fours différents

pour cuire le biscuit et le vernis. Mais généralement le four à vernis est plus petit que le four à biscuit. La différence de température dans les deux fours est telle, qu'il est même possible d'organiser des fours à deux étages : dans l'un, inférieur, on cuit le biscuit; dans l'autre, supérieur, on cuit les pièces en vernis. L'encastage se fait dans des étuis ordinaires; on cuit dans des étuis mis en glaçure intérieurement avec du minium. On se sert, pour quitter le feu, de montres faites avec de petites tasses; on cuit excessivement lentement.

ANALYSE CÉRAMIQUE.

Les caractères particuliers à l'aide desquels on peut reconnaître et distinguer les unes des autres les matières employées dans les arts céramiques, ont été donnés avec des détails suffisants. A cet égard, les premières Leçons exposent les caractères, qualités, propriétés, composition et gisement des matières premières des pâtes céramiques, d'une manière qui me paraît suffisante. Mais comme il est facile d'altérer, dans un but de fraude, quelques-unes de ces matières, comme, en outre, la plupart d'entre elles ont une composition variable, il est urgent de savoir les analyser. La désignation des matières susceptibles d'être frauduleusement mélangées aux produits employables, et l'exposé des méthodes d'analyse les plus simples pour déterminer exactement les éléments dont la connaissance est indispensable aux fabricants de poterie nous ont semblé nécessaires à beaucoup de manufacturiers. Puisque ces méthodes sont généralement applicables à l'analyse de substances très-variables dans leur nature, ainsi que dans leur rôle, qu'elles pourront en outre être très-utilement employées toutes les fois qu'on voudra comparer entre eux les produits *faits* de plusieurs manufactures similaires, je les ai réunis dans un même article, auquel je vais tâcher de donner le plus de généralité possible.

Les méthodes d'analyse applicables aux produits céramiques sont celles de la voie humide. Etant donnés des liquides qui tiennent en solution les corps à séparer, elles se proposent d'y faire naître des précipités distincts, par des réactifs spéciaux permettant de les isoler les uns des autres. Il faut donc avant tout chercher à ramener à l'état de dissolution le corps dont on veut connaître la

composition; l'eau est l'agent le plus commode, mais tous les corps n'y sont pas solubles. Quelques-uns de ceux qui ne s'y dissolvent pas ne résistent pas à l'action des acides, surtout à la température de l'ébullition; en sorte que les acides offrent un moyen assez facile de faire apparaître les réactions caractéristiques. Mais il est des matières qui ne se laissent attaquer ni par l'eau ni par les acides bouillants; il faut alors avoir recours à des moyens plus énergiques, tels que la fusion avec les carbonates alcalins, ou même les alcalis caustiques. Sous ce rapport, les substances employées dans les arts céramiques se séparent en trois groupes, suivant leur insolubilité dans l'eau comme suivant leur solubilité dans les acides. Nous les examinerons sous trois titres distincts, savoir :

1°. Matières solubles dans l'eau;
2°. Matières solubles dans les acides;
3°. Matières insolubles dans les acides.

Dans un premier chapitre, nous traiterons des matières plus ou moins solubles dans l'eau, mais qui s'y dissolvent sans résidu; dans le second, nous examinerons les matières entièrement et facilement solubles dans les acides à froid, à chaud si l'action de la chaleur doit intervenir; dans le troisième, enfin, nous nous occuperons des procédés d'analyse applicables aux matières qui ne se laissent dissoudre ni par l'eau, ni par l'acide chlorhydrique, ni par l'eau régale à l'ébullition. Nous rangerons dans ce groupe les *pâtes faites* et leurs glaçures, de même que la plupart des matériaux qui entrent dans leur composition. Nous ne parlerons pas ici des matières premières qui entrent dans la fabrication des couleurs. Leur nombre et leur variété entraîneraient certainement à faire un cours complet d'analyse chimique, et ce serait sortir des limites de ces Leçons.

MATIÈRES SOLUBLES DANS L'EAU

Les matières solubles dans l'eau, propres à être employées dans les arts céramiques, tant pour les pâtes que pour les glaçures, sont très-peu solubles. En consultant les tableaux donnés, tome II, pages 20, 21 et 143, on trouve, comme pouvant être classés dans ce groupe : le gypse, l'acide borique, le borax, le sel marin et les carbonates de soude et de potasse.

Gypse. — Le sulfate de chaux, quoique peu soluble dans l'eau, s'y dissout cependant en totalité, si ce liquide se trouve en quantité convenable. Il renferme de l'eau, de l'acide sulfurique et de la chaux. La perte au feu, à une température qui peut ne pas dépasser 150 degrés, indique la quantité d'eau combinée; elle est généralement de 21 pour 100. Le chlorure de barium versé dans la dissolution de sulfate de chaux rendu légèrement acide par les acides azotique ou chlorhydrique, précipite du sulfate de baryte qu'on filtre, qu'on lave et dont on détermine le poids; 1 gramme de sulfate de baryte correspond à $0^{gr},344$ d'acide sulfurique.

Une deuxième portion de plâtre dissoute à part est traitée dans le but d'un dosage de la chaux; on ajoute à la liqueur un peu d'ammoniaque, on filtre; dans le liquide ammoniacal, on verse de l'oxalate d'ammoniaque en léger excès. Le précipité lavé est séché, puis calciné légèrement pour ne pas chasser l'acide carbonique du carbonate de chaux provenant de la calcination de l'oxalate. On pèse et l'on calcule, d'après le poids du carbonate trouvé, la quantité de chaux réelle. Un gramme de carbonate de chaux donne $0^{gr},56$ de chaux supposée caustique. On peut encore avec autant d'exactitude chauffer au rouge blanc pour décomposer le carbonate. On regarde comme chaux pure le résidu de la calcination.

Le prix du sulfate de chaux n'est pas assez élevé pour qu'on ait intérêt à le falsifier; aussi le trouve-t-on généralement pur, et n'a-t-on que rarement à faire l'analyse du gypse. Cependant, dans quelques localités, on a cherché, pour en augmenter le poids, à le mélanger à de la craie, qui est à vil prix comparativement au plâtre. Il est facile de reconnaître cette falsification : le sulfate de chaux pur ne doit pas faire effervescence avec les acides; le sulfate de chaux additionné de craie fait une effervescence plus ou moins vive, selon la quantité de craie qu'il renferme. On détermine le dégagement d'acide carbonique par l'addition de quelques gouttes d'acide azotique ou d'acide chlorhydrique, après qu'on a fortement agité le plâtre en poudre avec de l'eau distillée pour dégager l'air qu'il peut retenir adhérent ou emprisonné. On peut encore se servir de vinaigre. En cas de suspicion, il est néanmoins prudent de se renseigner sur l'origine du plâtre. Quelques carrières donnent en effet du sulfate de chaux naturellement mêlé

de calcaire; celui de Paris, par exemple, contient près de 0,10 de matières qui ne sont pas du sulfate de chaux.

Il renferme en effet :

Sulfate de chaux	70,4
Eau	18,8
Carbonate de chaux	7,6
Argile et traces de matière organique	3,2
	100,0

Acide borique, borax. — L'acide borique se rencontre dans le commerce sous deux états différents, comme acide naturel extrait par évaporation de l'eau des *lagoni* de Toscane, et comme acide extrait des borates.

L'acide naturel n'est pas pur; il renferme environ de 25 à 12 pour 100 de matières étrangères terreuses ou minérales solubles. On reconnaît la présence et la quantité des matières terreuses en dissolvant l'acide dans l'eau bouillante tant qu'il se dissout quelque chose, filtrant et pesant le résidu. Le poids de ce résidu donne celui des matières terreuses.

Les matières minérales solubles que l'acide naturel peut contenir se trouvent également dans l'acide extrait des borates et dans les borates eux-mêmes; ce sont du sulfate de soude, de l'acide chlorhydrique, du cuivre, des matières animales provenant de l'albumine employé à la clarification du borax; cette albumine paraît faciliter la cristallisation de l'acide borique.

L'acide extrait du borax peut en outre renfermer de l'acide sulfurique libre : dans ce cas, il attire l'humidité de l'air.

On constatera la présence du sulfate de soude dans l'acide borique, en versant dans cette dissolution du chlorure de barium et en ajoutant de l'acide azotique. Un précipité blanc, persistant et insoluble dans un excès d'eau, indique la présence du sulfate, et le poids du sulfate de baryte formé donne le poids de l'acide sulfurique; on en déduit par un calcul facile le poids du sulfate de soude : 1 gramme de sulfate de baryte contient $0^{gr},344$ d'acide sulfurique, et 1 gramme de sulfate de soude contient à son tour, quand il est anhydre, $0^{gr},562$ d'acide sulfurique.

On reconnaît la présence de l'acide chlorhydrique à l'aide du

nitrate d'argent, par le dépôt caillebotté de chlorure d'argent qui se forme et qui persiste après l'addition de l'acide azotique.

Le cuivre se décèle par l'ammoniaque.

Les matières animales donnent un dépôt de charbon quand on fait chauffer l'acide qui en contient à l'abri du contact de l'air.

Dans l'analyse de l'acide borique et celle des borates, l'attention des fabricants de poteries se dirige sur la nature et le poids des matières étrangères dont on a pu les altérer. Toutefois, voici la méthode la plus expéditive qui permette de connaître tout de suite la richesse d'un borax.

On pèse $10^{gr},28$ de borax, on les fait dissoudre dans environ 50 centimètres cubes d'eau : on colore la liqueur avec un peu de tournesol, et l'on y ajoute successivement la liqueur acide normale dont nous parlerons en traitant des essais des soudes et potasses. Cette liqueur, contenue dans une burette graduée en 100 divisions, est dosée de telle façon, que chaque division correspond à un centième de borax pur contenu dans le borate dont on fait l'essai; de sorte qu'il suffit de lire le nombre de divisions qu'on a versées jusqu'au moment où l'on a déterminé l'apparition de la teinte pelure d'oignon, pour en conclure le titre du borax.

Sel marin. — Le sel marin n'est guère employé que dans la fabrication des grès cérames, pour donner la glaçure dite *au sel.* Toutes les altérations que la fraude fait subir à cette matière n'ont donc pour cet usage d'autre importance que celle de diminuer l'efficacité du produit, car le chlorure de sodium seul agit. On se rend immédiatement compte de la valeur du produit qu'on achète en déterminant l'élément *chlore*. Cette détermination se fait très-facilement en dissolvant le sel dans l'eau, filtrant pour éloigner les matières terreuses, et en ajoutant au liquide filtré soit du nitrate d'argent titré, soit du nitrate d'argent en excès, si l'on veut recueillir le chlorure d'argent qu'on pèse après fusion, et du poids duquel on déduit le poids du chlore réel; 1 gramme de chlorure d'argent correspond à 0,246 de chlore; 1 gramme de chlorure de sodium contient 0,604 de chlore.

Les sels de salaisons dits *sels de morue*, qu'il est interdit d'employer pour la consommation, trouvent dans le salage des grès un débouché convenable. On les reconnaît à l'odeur poissonneuse,

ammoniacale et désagréable que la potasse caustique dégage de l'échantillon soumis à l'essai.

Carbonates alcalins. — Les potasses et les soudes du commerce sont les matériaux généralement mis en œuvre par les potiers, lorsqu'ils veulent introduire un alcali dans leurs glaçures ou dans leurs couleurs. Dans le commerce, ces produits présentent des compositions très-variables, et comme leur valeur est nécessairement proportionnelle à la quantité de potasse ou de soude réelle qu'ils contiennent, il est de la plus grande importance pour l'acheteur d'avoir des moyens exacts et expéditifs de déterminer la valeur des matériaux qu'il achète.

Le procédé dont on fait usage pour évaluer la richesse en potasse ou en soude utilisables contenue dans les carbonates du commerce repose sur ce fait que 590 parties de potasse ou 390 parties de soude doivent se combiner avec 500 parties d'acide sulfurique anhydre ou avec 612,5 parties d'acide hydraté, pour former un sel neutre.

Potasse. — Gay-Lussac se sert d'une *liqueur normale* ou *liqueur d'épreuve* formée d'acide sulfurique étendu d'eau, contenant par litre 100 grammes d'acide à 66 degrés, c'est-à-dire 5 grammes par 50 centimètres cubes. Ces 5 grammes devront saturer $4^{gr},816$ de potasse pure anhydre; et s'ils sont partagés en 100 parties égales où divisions, le nombre de ces divisions employées pour saturer $4^{gr},816$ d'une potasse quelconque, représentera le nombre de kilogrammes de potasse pure contenue dans 100 kilogrammes de la potasse brute, c'est-à-dire le *titre pondéral* de cette potasse.

J'ajouterai quelques détails pratiques.

Pour préparer la liqueur d'essai, on se sert (*fig.* 451) d'un vase à col étranglé. Sur ce col est un trait d'affleurement correspondant au litre ; on pèse aussi exactement que possible 100 grammes d'acide sulfurique qu'on a fait distiller sur un peu de sulfate de protoxyde de fer. On ne fait usage que de la dernière moitié de l'acide qui a passé dans le récipient. On verse ces 100 grammes dans le vase gradué à moitié rempli d'eau. On ajoute de l'eau par petites portions jusqu'à ce que le liquide affleure au trait correspondant au litre.

Pour obvier aux erreurs de pesées, pour être prêt à recommencer tout de suite un essai en cas d'insuccès, et enfin pour avoir une

quantité de matières à essayer qui représente plus fidèlement la composition moyenne de l'échantillon, au lieu de $4^{gr},816$, on en pèse une quantité décuple qu'on fait dissoudre dans l'eau de façon que le liquide occupe $\frac{1}{2}$ litre ou 500 centimètres cubes. On fait usage à cet effet d'une éprouvette à pied (*fig.* 452) marquée d'un

Fig. 451

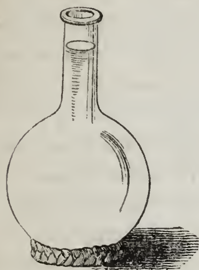


Fig. 452



Fig. 453.



Fig. 454.



trait correspondant au $\frac{1}{2}$ litre; on a filtré si la dissolution n'est pas complète. On prend, au moyen de la pipette (*fig.* 453) portant un trait à la hauteur voulue, le $\frac{1}{10}$ de cette liqueur ou 50 centimètres cubes, qui contiennent ainsi $4^{gr},816$ de potasse brute. On colore cette liqueur par quelques gouttes de teinture de tournesol. D'autre part on mesure l'acide sulfurique normal dans une burette (*fig.* 454) graduée, contenant 50 centimètres cubes divisés en 100 divisions, renfermant par conséquent 5 grammes d'acide sulfurique à 66 degrés. Ces préparatifs faits, on ajoute avec précaution la liqueur normale dans la dissolution de la potasse dont on veut déterminer le titre. Pour rendre l'opération plus facile, on a vidé la pipette daus le bocal à bec (*fig.* 455); on verse d'abord assez d'acide normal pour faire passer la couleur bleue du tournesol au rouge lie de vin, puis on ne l'ajoute plus que goutte par goutte. Pour savoir si la coloration rouge de la teinture de tournesol tient à l'acide carbonique ou à l'acide sulfurique, on fait après chaque addition de deux gouttes d'acide normal une trace, sur un papier bleui par le tournesol, avec une baguette de verre trempée dans le mélange. La coloration rouge disparaît tant qu'elle provient de l'acide carbonique; si elle persiste après la dessiccation, on arrête et on lit sur la burette graduée le nombre

Fig. 455.



des volumes employés pour neutraliser la potasse; ils donnent directement le titre en kilogrammes de potasse réelle au quintal métrique. Si l'on a dépassé le terme de la saturation en ajoutant la liqueur normale par deux gouttes à la fois, on doit retrancher du titre donné par la burette un volume d'acide correspondant au nombre de gouttes ajoutées en excès; il est indiqué par le nombre des marques rouges persistantes tracées sur le papier de tournesol. On a déterminé, par expérience d'abord, combien il faut de gouttes pour faire une division avec la burette dont on se sert.

Dans le commerce, on se sert encore souvent des indications de Descroizilles. Dans cette méthode, on opère sur des poids égaux d'acide à 66 degrés et de potasse; on prend 5 grammes de l'un et 5 grammes de l'autre, contenus dans le même volume (50 centimètres cubes). L'indication donnée par la burette n'est plus le titre pondéral; elle constitue le *degré alcalimétrique*.

Soude. — La méthode qu'il convient de suivre pour la détermination de la soude du commerce brute ou raffinée est exactement la même que celle que nous venons d'indiquer. On prend le poids équivalent de la soude pour faire l'épreuve, c'est-à-dire 3,161; ce poids de soude caustique pure sature exactement 5 grammes d'acide sulfurique à 66 degrés.

Les potasses et les soudes sont généralement altérées par des mélanges de matières terreuses. La dissolution dans l'eau permet de reconnaître cette fraude. Les potasses peuvent être chargées d'humidité; on les fait sécher pour constater la perte de poids. Lorsque ces produits sont altérés par d'autres sels minéraux, le titre indique bien la valeur réelle du produit, mais il ne dit rien de la nature de la falsification. Les carbonates alcalins contiennent généralement du sulfate de soude et du chlorure de sodium : nous avons vu plus haut la manière de constater la présence et les quantités de ces diverses substances; on dissout le carbonate à essayer dans l'acide azotique pur et dilué, puis on opère comme il a été dit.

MATIÈRES INSOLUBLES DANS L'EAU, SOLUBLES EN TOTALITÉ DANS LES ACIDES FROIDS OU CHAUDS.

Parmi les nombreuses matières appartenant à ce groupe, nous n'aurons à nous occuper, comme pouvant offrir quelque intérêt aux

potiers, que des carbonates de chaux et de magnésie. Beaucoup de terres, beaucoup de pâtes *faites*, cependant, sont en grande partie attaquables par les acides, surtout à chaud ; mais comme généralement on ne parvient pas par cette voie à les dissoudre intégralement, on doit avoir recours à d'autres méthodes d'analyse : c'est pour cette raison que nous n'en parlerons que plus loin.

Carbonate de chaux. — Le carbonate de chaux entrant, comme on sait, dans une très-grande partie des pâtes céramiques, n'a pas une assez grande valeur pour qu'on ait intérêt à l'altérer par des mélanges.

On l'introduit dans la pâte ou comme *chaux*, c'est-à-dire comme élément fondant, ou comme carbonate de chaux, c'est-à-dire comme principe antiplastique. Dans le premier cas, il importe de déterminer la quantité de chaux réelle contenue dans l'échantillon. A cet effet, on fait dissoudre un poids donné de carbonate de chaux dans l'acide azotique très-étendu, on sursature par de l'ammoniaque, puis on filtre ; on verse alors dans la liqueur filtrée de l'oxalate d'ammoniaque en excès qui précipite toute la chaux à l'état d'oxalate de chaux. On peut enfin, dans la liqueur privée d'oxalate de chaux, verser en léger excès du phosphate de soude pour précipiter la magnésie, s'il y en a. Cette méthode donne des résultats suffisamment exacts pour le cas dont il s'agit.

Lorsque le carbonate de chaux doit être employé comme matière dégraissante, comme les impuretés auxquelles il pourrait être mélangé sont elles-mêmes dégraissantes, il est inutile de recourir à l'analyse. Pour le cas, d'ailleurs, où des matières argileuses seraient mêlées à du calcaire, on verra dans l'article suivant les moyens de les séparer. On sait qu'un semblable mélange constitue les *marnes*.

Carbonate de magnésie. — Le carbonate de magnésie, pour l'usage qui nous occupe, n'a reçu jusqu'à ce jour qu'une destination très-bornée. Il est bon néanmoins de donner quelques indications qui permettent de le reconnaître et de l'analyser. Comme le carbonate de chaux, on le fait dissoudre dans l'acide. On ajoute un grand excès d'ammoniaque et du sel ammoniac, puis on filtre ; on verse dans la liqueur filtrée de l'oxalate d'ammoniaque qui donne, s'il y a lieu, un dépôt d'oxalate de chaux ; on filtre et on ajoute à la liqueur limpide un excès de phosphate de soude ; toute la

magnésie est précipitée. On la lave et on pèse; 1 gramme de phosphate de magnésie calciné contient 0,366 de magnésie; mais on peut supposer 0,38 pour corriger certaines causes d'erreur qui dépendent de ce mode de séparation.

MATIÈRES INSOLUBLES DANS LES ACIDES.

Les méthodes d'analyse que je vais décrire maintenant sont, pour le potier qui veut éclairer sa fabrication, de la plus grande importance; elles s'appliquent, en effet, à la détermination des éléments qui forment la plupart des matériaux dont il fait usage. Les kaolins, les collyrites, la cimolithe, les argiles, les marnes, les silicates de magnésie, la silice naturelle non dissoluble sous quelque état qu'elle se présente (quartz, sable, silex), les ciments, le feldspath, les silicates métalliques terreux ou alcalins qui composent les diverses glaçures, toutes les pâtes cuites façonnées enfin, toutes ces matières, dis-je, sont inattaquables par les acides, ou incomplétement et difficilement attaquables.

Comme la même méthode d'analyse s'applique à toutes les matières que je viens d'énumérer, on peut la généraliser en prenant comme exemple, pour fixer les idées, l'analyse d'un kaolin ou d'une pâte de porcelaine, c'est-à-dire d'un composé de silicates terreux et alcalins multiples d'une constitution très-compliquée. Nous examinerons ensuite l'analyse d'un vernis plombifère.

Analyse d'un kaolin. — Nous supposerons que le kaolin en question renferme de l'eau, de la silice, de l'alumine, de l'oxyde de fer, de la chaux, de la magnésie, de la potasse et de la soude.

Détermination de l'eau et des matières organiques. — Le kaolin étant broyé dans un mortier d'agate est mis à sécher à + 100 degrés dans une petite étuve; on en pèse 1 ou 2 grammes qu'on replace dans l'étuve et qu'on pèse de nouveau; s'il n'y a pas eu de perte, on procède à l'analyse: il est bon, en effet, comme terme de comparaison, d'opérer sur des matières séchées à + 100 degrés. Un poids déterminé de la matière est mis dans un creuset de platine et calciné au rouge. On pèse et on s'assure par une deuxième calcination, suivie d'une seconde pesée, que toute l'eau de combinaison avait été chassée. La perte de poids donne le poids de cet élément. S'il y a dans le kaolin présence de matières organiques,

elles sont dosées avec l'eau. Le potier n'a pas à s'en préoccuper autrement.

Détermination de l'acide silicique. — Le dosage de la silice se fait assez facilement et avec assez d'exactitude. Un gramme de la matière séchée à + 100 degrés, ou même calcinée au rouge, est mélangé bien intimement avec 3 ou 4 grammes de carbonate de soude fondu et pulvérisé. On fait fondre avec précaution dans un creuset de platine à un feu bien vif, puis on reprend par l'eau et l'acide hydrochlorique étendu. Quand tout dégagement d'acide carbonique a cessé, on évapore à siccité, on ajoute de l'acide chlorhydrique, et si l'on veut avoir une plus grande exactitude, on évapore à sec une seconde fois. On reprend encore par l'acide chlorhydrique, enfin on filtre ; par l'évaporation à siccité la silice est devenue complétement insoluble dans les acides. On calcine le filtre sur lequel elle est restée et on pèse le résidu. En retranchant du poids trouvé le poids des cendres que le filtre a pu donner, on a le poids de l'acide silicique. Comme contrôle et pour déterminer la pureté de la silice, il est prudent de l'essayer. On la fait dissoudre à chaud dans le carbonate de soude ; elle doit s'y dissoudre sans laisser de résidu. Si tout ne se dissout pas, il faut répéter l'analyse, car l'attaque par le carbonate de soude n'a pas été complète.

Détermination de l'alumine. — Le dosage de l'alumine, quand on veut avoir avec exactitude la quantité de cet élément, offre de nombreuses difficultés. L'état gélatineux qu'elle affecte lorsqu'on la précipite en rend le lavage très-long et très-pénible ; sa solubilité dans l'ammoniaque exige qu'on ne recueille le dépôt que plusieurs heures après que la précipitation est faite, et dans cette condition, elle entraîne toujours avec elle des quantités souvent notables des autres éléments terreux avec lesquels elle se trouve dans le silicate alumineux.

Quand on a séparé par la filtration la silice rendue insoluble par l'évaporation, on verse dans la liqueur filtrée de l'ammoniaque et du sel ammoniac en grand excès, si la liqueur n'était pas chargée d'une forte proportion d'acide chlorhydrique. On obtient de la sorte un dépôt de couleur variable suivant les quantités respectives de fer et d'alumine que le kaolin renferme. Ce dépôt est abandonné douze heures à lui-même. Il est composé d'alumine, d'oxyde de fer, d'un peu de chaux et de magnésie, s'il y a dans la liqueur

filtrée des quantités pondérables de ces deux éléments. Pour séparer l'alumine pure de ce mélange complexe, on jette le tout sur un filtre et on lave tant que l'eau de lavage essayée sur une lame de platine laisse un résidu fixe à la chaleur rouge. Il ne faut employer pour faire cette filtration que des filtres qu'on a lavés successivement par de l'eau chargée d'acide chlorhydrique, de potasse et d'acide chlorhydrique. On dissout ainsi toutes les matières salines et organiques que le papier peut et doit abandonner. On verse, quand le lavage est terminé, de l'acide chlorhydrique étendu et chaud de façon à tout redissoudre, on chasse par l'évaporation l'excès d'acide chlorhydrique et on sursature par la potasse caustique. L'alumine se précipite d'abord avec les autres bases qui l'accompagnent, puis elle se redissout, et comme elle se redissout seule, on jette le tout sur le même filtre qui retient l'oxyde de fer, la chaux et la magnésie. L'alumine est séparée de sa dissolution alcaline d'abord par l'acide chlorhydrique qui la redissout, puis par l'ammoniaque qui n'en retient pas, si on a mis entre la filtration et la précipitation un intervalle de temps suffisant. L'alumine est lavée à l'eau chaude, calcinée, puis pesée. Le poids trouvé est celui de l'alumine contenue dans le poids de la matière soumise à l'analyse ; pour le dosage de l'alumine dans les matières alumineuses, contenant environ 40 pour 100 de cette base, il est bon de n'opérer que sur 1 gramme de matière.

Détermination de l'oxyde de fer. — L'oxyde de fer, dans l'opération précédente, est resté sur le filtre, souillé par des quantités variables de chaux et de magnésie. On fait redissoudre, encore sur le filtre, tout ce mélange par un lavage avec l'acide chlorhydrique, et on précipite par l'ammoniaque. Dans ce cas, l'oxyde de fer filtré rapidement à l'abri du contact de l'air, autant que possible, n'entraîne ni chaux, ni magnésie, et ne retient pas de potasse ; d'ailleurs on peut faire plusieurs dissolutions et précipitations successives. On le lave et on le calcine, on le pèse enfin.

Les kaolins ne contiennent que quelques millièmes de fer, mais c'est un élément très-important à considérer, parce qu'il colore les pâtes de porcelaine et leur retire le prix qu'elles tirent de leur blancheur. Les argiles peuvent en contenir beaucoup plus, et comme l'oxyde de fer exerce une grande influence sur la fusibilité des silicates, il est très-utile d'en connaître la proportion.

Détermination de la chaux et de la magnésie. — La liqueur séparée de l'oxyde de fer et de l'alumine est réunie au liquide au sein duquel on a fait naître le premier dépôt d'alumine; cette liqueur contient dès lors toute la chaux et toute la magnésie, mais elle ne contient plus que ces deux éléments. On les sépare comme on a recommandé de le faire dans les analyses des carbonates de chaux et des carbonates de magnésie. La chaux se précipite à l'état d'oxalate de chaux, et la magnésie à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien.

Je ferai néanmoins, à l'endroit de la magnésie, une dernière observation; elle est relative à la difficulté de la séparer de l'alumine. Cette difficulté est telle, que, dans un mélange qui en contient à la fois des quantités à peu près équivalentes, il faut répéter les méthodes de séparation qui viennent d'être décrites au moins quatre fois avant d'avoir l'un des deux corps entièrement privé de l'autre. L'alumine retient toujours de la magnésie au sein de la liqueur ammoniacale, et la magnésie entraîne toujours de l'alumine quand on redissout celle-ci dans la potasse.

Détermination des alcalis. — Le dosage des alcalis et la séparation de la soude et de la potasse deviennent d'une grande importance pour le fabricant de porcelaines; il est à présumer que certains faits qui jusqu'à ce jour n'ont pas eu d'explication suffisante la recevraient concluante et définitive du jour où les matières argileuses feldspathiques et autres deviendraient l'objet de semblables études. Assurément la potasse et la soude apportent dans les composés dans lesquels elles entrent des différences encore ignorées. Les méthodes d'analyse que je viens de décrire ne sauraient s'appliquer au dosage des alcalis. Il faut avoir recours à d'autres moyens : l'un des plus commodes et des plus exacts est la dissolution de la matière dans l'acide fluorhydrique. On opère de la manière suivante :

Dans une cornue de plomb, on place du spath fluor en poudre et de l'acide sulfurique en quantité telle, que le tout fasse une bouillie épaisse. Le kaolin réduit en poudre impalpable est mis avec de l'eau dans un creuset de platine; on fait dégager au-dessus de la surface de l'eau l'acide fluorhydrique qui s'échappe, par un tube de platine, de la cornue légèrement chauffée : l'acide fluorhydrique est absorbé et décompose le silicate d'alumine avec dégagement de fluorure de

silicium. Quand l'attaque est complète, on évapore à siccité pour dégager l'excès d'acide fluorhydrique, et par l'addition de l'acide sulfurique on convertit toutes les bases en sulfates. On chasse par une nouvelle évaporation l'excès d'acide et on reprend par l'eau. On éloigne par le carbonate d'ammoniaque la chaux, la magnésie, l'alumine et l'oxyde de fer. On filtre, et dans les eaux on ne doit plus trouver que les bases alcalines et un peu de magnésie. Les sulfates sont desséchés, rougis dans un creuset de platine, puis pesés. Lorsque tous les sels ammoniacaux et le carbonate d'ammoniaque qu'on ajoute à la fin ont été chassés, on redissout dans l'eau, on précipite l'acide sulfurique par de l'acétate de baryte qu'on fait bouillir, et on filtre. L'acide sulfurique est déduit du poids du sulfate de baryte trouvé; il sert à déterminer la quantité des bases unies avec lui pour former les sulfates dont on a pris le poids.

Détermination de la potasse. — La liqueur, dépouillée du sulfate de baryte, renferme de l'acétate de baryte, de l'acétate de soude, de l'acétate de potasse et un peu d'acétate de magnésie. On évapore à siccité et on reprend par l'eau, lorsqu'on a calciné le résidu d'évaporation. Sous l'influence de la température rouge, les acétates alcalins se sont transformés en carbonates solubles, l'acétate de baryte a donné naissance à du carbonate de baryte insoluble, et l'acétate de magnésie a perdu tous ses éléments volatils pour ne laisser que de la magnésie également insoluble. On filtre; l'eau ne contient plus que le carbonate de potasse et le carbonate de soude. On les transforme en chlorures par de l'acide chlorhydrique, on évapore à siccité, on ajoute du chlorure de platine, puis on fait sécher à + 100 degrés au bain-marie; on reprend enfin par de l'alcool étendu formé de 2 volumes d'alcool absolu et 1 volume d'eau distillée. C'est avec ce mélange qu'on lave le dépôt de chlorure double de platine et de potassium. Lorsque le lavage est complet, on jette le précipité sur un filtre pesé à + 100 degrés, on dessèche à cette température et on pèse : le poids du chlorure donne le poids de la potasse; 1 gramme de chlorure double correspond à $0^{gr},093$ de potasse.

Détermination de la soude. — La soude est restée dans la liqueur alcoolique; on s'assure de son existence en abandonnant cette liqueur à une évaporation spontanée. S'il y en a, il se forme

de longues aiguilles rougeâtres aplaties qui traversent le fond de la capsule. Dans ce cas, on détermine le poids de la soude par différence, en retranchant du poids des bases alcalines le poids de la potasse. Mais il est essentiel de rechercher si dans cette même liqueur qui contient la soude, il n'y a pas aussi de la magnésie. On précipite donc le platine par l'hydrosulfate d'ammoniaque, et on évapore la liqueur filtrée avec un excès de carbonate de soude. En reprenant par l'eau on sépare du carbonate de magnésie; on peut aussi précipiter la magnésie par le phosphate d'ammoniaque.

La séparation de la magnésie des alcalis est l'une des opérations les plus délicates de l'analyse chimique. On doit l'effectuer ordinairement à la fin des analyses; et, quand il s'agit de silicates inattaquables par tous les acides autres que l'acide fluorhydrique, c'est presque toujours à l'état de sulfates que se présentent les trois bases qu'il s'agit de séparer. Lorsqu'il y a beaucoup de magnésie, on n'a pas intérêt à la séparer avec le carbonate d'ammoniaque; on ne fait usage alors que d'oxalate avant l'évaporation à siccité. On cherche d'habitude à séparer la magnésie et à transformer la potasse et la soude en chlorures, comme nous venons de l'indiquer, afin de pouvoir doser la potasse à l'état de chlorure platinico-potassique.

Le moyen le plus généralement employé pour arriver à la séparation est celui qui a été indiqué par Berzelius. On traite les sulfates dissous dans l'eau par un excès d'acétate de baryte, pour transformer les trois bases en acétates. On filtre, on évapore à siccité la liqueur filtrée, et l'on calcine le résidu jusqu'au rouge, afin de transformer les acétates en carbonates. En reprenant par l'eau bouillante, on ne dissout que les carbonates de potasse et de soude, et on laisse la magnésie et le carbonate de baryte que l'on sépare en reprenant par l'acide chlorhydrique qui les dissout tous deux; précipitant la baryte par l'acide sulfurique, puis évaporant à sec la liqueur filtrée, afin de doser la magnésie à l'état de sulfate. Quant aux carbonates alcalins, il est facile de les transformer en chlorures pour pouvoir séparer la potasse au moyen du chlorure de platine.

D'après M. Ebelmen, ce procédé devient fort long dans l'analyse d'un assez grand nombre de roches alcalifères; de plus, le sulfate de baryte, qui provient de la précipitation par l'acétate, ne filtre

qu'avec une lenteur extrême, et la liqueur passe constamment trouble, même lorsqu'on la chauffe, ou qu'on y ajoute de l'acide acétique. Il en résulte qu'en calcinant le produit de l'évaporation à siccité et en reprenant ensuite la matière par l'eau, les carbonates alcalins que l'on obtient renferment une proportion notable de sulfates, circonstance qui nuit à l'exactitude des dosages et à la séparation de la potasse par le chlorure de platine. (*Recueil*, t. I, p. 249.)

« M. Ebelmen a cherché d'abord à simplifier l'opération et à la rendre plus exacte en mettant dans la solution des sulfates de magnésie, de potasse et de soude, de la poudre de carbonate de baryte préparé par voie humide. Il a reconnu que le carbonate de baryte précipitait complétement la magnésie dans une liqueur chaude, mais qu'il ne transformait pas complétement les sulfates alcalins en carbonates. Il reste toujours dans la liqueur, quels que soient l'excès du carbonate de baryte, l'état de dilution ou la température du liquide, une proportion notable d'acide sulfurique. Ce fait s'explique, du reste, assez aisément. On sait, en effet, que les carbonates alcalins en dissolution ont la propriété de décomposer les sulfates insolubles, tels que ceux de baryte ou de strontiane, d'une manière plus ou moins complète, suivant les proportions relatives du carbonate et du sulfate en présence. On conçoit donc que la présence d'une certaine quantité de carbonate alcalin formée par la réaction du carbonate de baryte sur le sulfate soluble aurait pour résultat d'empêcher la décomposition totale du sulfate alcalin. »

« Mais si l'on fait agir simultanément sur la solution des sulfates, du carbonate de baryte et un courant d'acide carbonique, il arrive bientôt un moment où la liqueur contient de la baryte dissoute à l'état de bicarbonate et ne retient plus du tout d'acide sulfurique. Les alcalis sont alors complétement changés en bicarbonates, et se trouvent dans la liqueur avec une petite quantité de bicarbonates de magnésie et de baryte. On les sépare aisément en filtrant la liqueur, l'évaporant à siccité à une assez forte chaleur pour ramener le tout à l'état de carbonate neutre, puis reprenant par une très-petite quantité d'eau bouillante qui ne dissout plus alors que les carbonates alcalins, sans magnésie ni baryte. »

« Il est facile, du reste, de s'assurer que l'on a fait passer assez

d'acide carbonique dans la liqueur alcaline. On en jette quelques gouttes sur un très-petit filtre, et l'on essaye la liqueur filtrée en y ajoutant une goutte d'acide sulfurique extrêmement faible. Quand elle se trouble, on peut être assuré que la liqueur ne renferme plus de sulfate. On réunit à la liqueur principale les quelques gouttes qu'on en avait extraites, et l'on filtre le tout : la filtration se fait avec une très-grande rapidité. »

« L'emploi du carbonate de baryte présente sur l'acétate cet autre avantage, que le produit de l'évaporation à siccité étant très-peu volumineux, il suffit d'une très-petite quantité d'eau pour dissoudre complétement les carbonates alcalins sans enlever ni baryte ni magnésie en proportions notables. Il en est autrement quand on emploie l'acétate. Le produit de la calcination renferme ordinairement beaucoup de carbonate de baryte : il faut une assez grande quantité d'eau pour le laver complétement, et cette circonstance permet à une petite quantité de magnésie de se dissoudre. »

Oxyde de plomb. — La méthode générale que je viens d'indiquer s'applique encore avec quelques modifications à l'analyse des substances qui renferment de l'oxyde de plomb. On comprend tout de suite que ces modifications ne peuvent porter en rien sur les matières terreuses ayant trait à la fabrication des pâtes ou aux pâtes elles-mêmes ; mais elles peuvent, au contraire, trouver fréquemment leur emploi dans l'examen des glaçures.

Il faudra donc toujours commencer par s'assurer si la matière à analyser contient ou non de l'oxyde de plomb : s'il n'y a pas de plomb, on aura recours à la méthode analytique que je viens de décrire ; s'il y a du plomb, on devra suivre la marche au sujet de laquelle je vais entrer dans quelques détails. Nous supposerons, pour fixer les idées, qu'il s'agisse d'un vernis. Nous dirons d'abord qu'il est très-facile de s'assurer si le plomb fait partie des éléments de la matière qu'on veut examiner. Il suffit de la faire fondre avec du carbonate de soude, de reprendre par l'acide azotique, et de rechercher, après avoir éloigné l'acide silicique comme il a été dit, si la dissolution précipite en noir par l'hydrogène sulfuré et le sulfhydrate d'ammoniaque ; en blanc par le chlorure de sodium, le sulfate de soude, l'acide sulfurique, les phosphates ; en jaune brillant par l'iodure de potassium, caractères distinctifs de l'oxyde de plomb.

Analyse d'un vernis. — Après avoir constaté la présence de l'oxyde de plomb par les réactions qui précèdent, on fait une attaque au carbonate de soude pour doser tous les éléments autres que les alcalis. On procède comme dans le cas du kaolin, mais en faisant usage d'acide azotique au lieu d'acide chlorhydrique. On évapore à sec pour enlever la silice, et on ajoute de l'acide sulfurique; on évapore à siccité, puis on reprend par l'eau : le dépôt formé n'est que du sulfate de plomb pur qu'on lave et qu'on pèse, le poids du sulfate de plomb permet de calculer le poids de l'oxyde de plomb; 1 gramme de sulfate de plomb correspond à $0^{gr},735$ d'oxyde de plomb. On suit, pour doser les autres éléments, la méthode décrite, comme s'il n'y avait pas eu d'oxyde de plomb.

Pour doser les alcalis, on a recours encore à l'attaque par l'acide fluorhydrique. L'oxyde de plomb se trouve de même éliminé sous forme de sulfate de plomb quand on transforme les bases en sulfates. Les opérations relatives au dosage des alcalis et à la séparation de la potasse, de la soude et de la magnésie sont donc celles décrites plus haut.

Ces procédés peuvent toutefois, suivis à la lettre, entraîner dans de graves erreurs, si le potier néglige de rechercher dans les matières qu'il examine la présence des acides sulfurique et borique. L'omission de cette recherche pourrait l'amener à des interprétations complétement erronées sur la nature de certaines substances (sulfate de baryte, verres boraciques). Il devra donc toujours s'assurer, par des essais préliminaires, de l'absence ou de la présence de ces deux acides.

Acide sulfurique. — On fait fondre avec le carbonate de soude, on reprend par l'eau, on filtre, puis on cherche par le chlorure de barium, après avoir éloigné la silice, s'il y en a dans la liqueur filtrée, saturée par l'acide azotique, du sulfate de soude. On peut le doser. Il suffit pour cela de calciner le sulfate de baryte trouvé dans cette expérience.

Acide borique. — On fait fondre avec le carbonate de soude, on reprend par l'eau, on filtre, puis on cherche, après avoir éloigné la silice, s'il y a du borax dans la liqueur filtrée; le meilleur caractère pour reconnaître l'acide borique repose sur la coloration verte que ce corps communique à l'alcool qui en contient, lorsqu'on l'enflamme.

S'il existe de l'acide borique dans le composé qu'on examine, il peut suffire de le doser par différence. L'attaque à l'acide fluorhydrique donne une différence consistant en acides borique et silicique qui ont disparu sous forme de fluorure de bore et de silicium. D'autre part, l'attaque au carbonate de soude a permis de doser l'acide silicique; il faut le laver longtemps avant de le peser : la différence de ces poids avec la différence donnée par la première somme représente l'acide borique. Il faut seulement avoir le soin dans ce cas de ne continuer les analyses qu'après avoir éliminé l'acide borique contenu dans la liqueur filtrée. On y parvient en évaporant à sec; humectant avec de l'alcool et de l'acide sulfurique tant que la flamme donnera la coloration verte caractéristique de l'acide borique.

MÉLANGES DE MATIÈRES EN PARTIE SOLUBLES DANS L'EAU, EN PARTIE SOLUBLES DANS L'ACIDE, EN PARTIE INATTAQUABLES.

Il est à peine besoin de dire que pour de semblables mélanges, les méthodes qui précèdent peuvent être appliquées successivement, quand on aura séparé ces mélanges en trois parties distinctes, en épuisant alternativement l'action de l'eau et l'action d'un acide très-étendu, du vinaigre par exemple. C'est de cette manière qu'on peut déterminer la nature des marnes. Le résidu de ces traitements est dissous, après fusion au carbonate alcalin, ou bien à l'aide de l'acide fluorhydrique. L'analyse des trois parties ainsi séparées suffira toujours pour éclairer le potier.

VINGT-TROISIÈME LEÇON.

DÉCORATION CÉRAMIQUE.

Décoration des poteries. — Matières employées à l'ornementation. — Oxydes colorants; engobes, émaux, couleurs, métaux, lustres. — Définition. — Position des diverses matières colorantes, dans la pâte, sur biscuit, sous glaçure, dans la glaçure, sur la glaçure. — Oxydes, qualités; leur position ordinaire; leur composition; procédés d'application. — Engobes; avantages, inconvénients, procédés d'application. — Émaux, définition; compositions applicables aux principales espèces de poteries; procédés d'application par immersion, arrosement, tamisage, saupoudration, etc.

DÉCORATION DES POTERIES.

Nous avons vu dans les Leçons précédentes les diverses méthodes à l'aide desquelles on peut établir toutes les variétés de poteries que le commerce peut offrir au consommateur. Nous nous occuperons dans ces deux dernières des moyens ingénieux et variés à l'aide desquels on peut les décorer.

Le sentiment de la couleur est tellement inné chez l'homme, que toutes les industries, même à leur naissance, ont produit des objets auxquels le producteur ajoutait à l'élégance, à la richesse, à la valeur de la pièce, une ornementation souvent originale, par l'application de substances colorées, différentes de celle de la matière de l'objet. A défaut même de substances colorées, on trouvait dans la forme et dans le relief de certaines parties, le moyen de faire naître, par des décompositions ou des réflexions de la lumière blanche, des clairs et des obscurs qui équivalaient en quelque sorte à de la peinture; et s'il est une industrie qui sous le rapport de la décoration mérite l'attention, c'est assurément l'art céramique, à cause des conditions toutes particulières sous lesquelles la décoration céramique se présente. Il est vrai d'ajouter que la céramique, comme toutes les autres matières,

pourrait recevoir l'application de toutes espèces de couleurs fixées par des mordants de nature très-variée, comme les vernis, les huiles, les gommes, la chaux, etc. Mais nous ajouterons ici que nous ne considérons comme peinture et décoration céramiques, que celles qui sont fixées sur la poterie par l'intermédiaire du feu. Nous ne nous entretiendrons donc que de celles-là, qui sont d'ailleurs généralement connues sous le nom de *couleurs vitrifiables;* j'aimerais mieux *couleurs vitrifiées*.

Le caractère principal et caractéristique des décorations céramiques, caractère qui résulte de la condition essentielle de l'application de la chaleur pour les obtenir, est une certaine résistance, une certaine inaltérabilité. Cette même condition limite le nombre de celles des substances qui peuvent être employées avantageusement.

A titre général, ces matières doivent être inaltérables sous l'influence de la chaleur, adhérer fortement à la poterie, résister par conséquent aux agents atmosphériques, à l'eau, etc.

Les autres qualités que doivent présenter les matières propres à la décoration des poteries, dépendent :

1°. De la nature de la poterie;

2°. De la position de la matière sur l'objet à décorer;

3°. De l'effet que le fabricant attend de l'emploi de la matière en question.

C'est ainsi, par exemple, que pour les décorations qu'il faut introduire dans les pâtes des diverses poteries, il ne faut s'inquiéter ni de la dureté, ni de la dilatabilité de la matière colorante, mais il faut tenir compte principalement du prix auquel la matière colorante peut être obtenue, de la facilité de sa préparation, de la fusibilité qui lui est propre ou qu'elle peut acquérir par son mélange avec les autres éléments des pâtes; enfin de l'altération plus ou moins prompte et considérable qu'elle peut subir de la part de l'atmosphère particulière du four dans lequel la poterie doit cuire.

C'est ainsi qu'il faut savoir estimer si la glaçure de la poterie pourra réagir ou non sur la matière décorative, lorsque la couleur est appliquée sur cette glaçure.

C'est ainsi qu'il faut encore ne demander aucune fusibilité propre à la matière décorative, lorsqu'elle doit être placée sur la pâte, et sous glaçure; la matière décorative doit au contraire posséder par elle-même une fusibilité suffisante, lorsqu'on la destine à la

peinture d'objets tels que les porcelaines composées dures ou tendres; elle est plus considérable dans un cas que dans l'autre. Cette fusibilité, qui conduit à l'éclat vitreux, serait nuisible lorsqu'on cherche à faire l'application des métaux précieux, qui n'ont au contraire de valeur qu'autant qu'ils conservent leur éclat métallique. Enfin, quelques genres de peintures offrent un cachet d'originalité par l'absence de tout aspect vitreux.

Nous aurons à distinguer :

1°. Les oxydes métalliques;
2°. Les engobes;
3°. Les émaux;
4°. Les couleurs;
5°. Les métaux;
6°. Les lustres métalliques.

Oxydes métalliques. — En général, les matières employées à la décoration des poteries sont empruntées au règne minéral : ce sont des oxydes, tantôt purs, tantôt engagés dans des combinaisons salines, formées préalablement, ou qui prennent naissance aux dépens des éléments constitutifs des pâtes ou des glaçures. Lorsque ces matières sont en mélange avec des substances terreuses, elles prennent le nom d'*engobes*. Les oxydes et les quelques sels dont il vient d'être parlé ont plus particulièrement comme destination la décoration des pâtes par la répartition uniforme des matières colorantes au sein de la masse elle-même. Les poteries simples colorées, comme les poteries à pâte rouge, brune, jaunâtre, le sont par de l'oxyde de fer naturellement déposé dans les argiles qui fournissent aux pâtes l'élément plastique. Les pâtes de grès colorées en vert ou vert d'eau, qui reçoivent cette coloration de leur mélange avec l'oxyde de chrome, sont encore dans le même cas; l'oxyde de chrome est l'élément colorant. Mais lorsque ces mêmes grès sont colorés en bleu par l'oxyde de cobalt, ce n'est plus l'oxyde de cobalt pur qui est la cause de la coloration, c'est le silicate de protoxyde de cobalt qui colore. On peut l'introduire directement sous cette forme, comme il est permis aussi de le mêler à l'état d'oxyde ou de carbonate. La silice de la pâte forme, à la température de la cuisson, du silicate de cobalt.

Engobes. — L'emploi des engobes est plus particulièrement réservé pour la décoration des poteries dont la pâte est naturelle-

ment colorée ; tantôt les engobes sont naturels, c'est-à-dire qu'ils sont formés de matières terreuses contenant un mélange intime et naturel d'oxydes colorants et n'ayant subi d'autre préparation mécanique qu'un délayage pour extraire les parties sableuses étrangères : les ocres sont dans ce cas ; tantôt au contraire les engobes se préparent artificiellement, en ajoutant à des terres incolores, ou peu colorées, des oxydes préparés artificiellement eux-mêmes au moyen de procédés chimiques plus ou moins parfaits. On donne par extension le nom d'engobe aux pâtes blanches qu'on applique sur des poteries naturellement colorées, pour en masquer entièrement la couleur sale ou pour économiser la quantité d'étain contenue dans la glaçure des faïences communes, en faisant disparaître par parties seulement, quelquefois en totalité, la coloration de la terre sous une couche légère d'un engobe incolore.

Les engobes peuvent recevoir la glaçure ou rester sans glaçure. La poterie présente alors l'aspect brillant ou mat. On peut évidemment décorer par l'application de plusieurs engobes placés simultanément sur une même pièce.

Emaux. — Les *émaux* diffèrent des engobes, parce qu'ils possèdent une apparence vitreuse qui peut même atteindre la limpidité complète. Ces matières colorantes se rapprocheraient évidemment des oxydes et des sels que nous avons distingués en premier ordre, si leur usage n'était pas précis et nettement déterminé. Nous appellerons *émaux* les matières vitreuses, c'est-à-dire les silicates, borosilicates ou phosphosilicates généralement multiples, colorés par des oxydes maintenus en dissolution dans le flux vitreux. La limpidité de ces émaux varie naturellement avec la nature du flux vitreux et la température plus ou moins élevée à laquelle il faut les porter pour les faire cuire. Nous trouverons des différences considérables sous ce rapport.

Les émaux ombrants de Rubelles cuisent à de basses températures ; les fonds par immersion de porcelaine dure, le céladon des Chinois cuisent au contraire à des températures très-élevées. Dans ces derniers émaux la transparence n'est pas toujours complète.

Les émaux appliqués à la décoration des poteries s'appliquent quelquefois sur le biscuit, comme les émaux de Rubelles, quelquefois sur la poterie composée, comme les fonds turquoise ou rose sur la porcelaine tendre. Ils cuisent alors à des températures peu

différentes de celles auxquelles on doit cuire le vernis de la poterie composée; dans d'autres circonstances, les émaux s'appliquant sur la poterie composée, se cuisent à des températures de beaucoup inférieures à celles nécessaires pour fondre la glaçure, et par conséquent incapables de ramollir cette glaçure. C'est le cas de la plupart des couleurs employées en Chine à la décoration des porcelaines peintes et dorées.

Couleurs. — Les couleurs diffèrent des émaux en ce qu'elles sont composées d'un mélange de flux vitreux et de principe colorant. Le flux vitreux a généralemeut pour double but: 1° de faire adhérer la couleur sur la poterie peinte; 2° de faire après la cuisson l'office du vernis dans la peinture à l'huile, c'est-à-dire d'aviver la couleur appliquée sur la poterie. Dans certains cas, cependant, on n'ajoute avec intention qu'une faible quantité de flux vitreux, seulement ce qu'il en faut pour faire adhérer la peinture sur la pièce décorée. C'est lorsqu'on veut obtenir des peintures mates.

Les couleurs s'appliquent généralement sur les poteries composées; cependant on en fait quelquefois l'application sur les poteries simples, principalement dans le cas de peintures mates. Elles cuisent à des températures très-variables avec la nature des poteries qu'on décore. Nous verrons plus loin qu'il faut alors les composer en conséquence.

Métaux. — On a tiré, dans la décoration des poteries, le parti le plus avantageux de la richesse et de l'inaltérabilité des métaux précieux; l'or, le platine et l'argent, placés isolément et quelquefois alliés, donnent des décorations variées et d'un très-bel effet: il est évident que les qualités particulières de ces matières ne peuvent être les mêmes que celles qu'on exige des substances que nous venons d'étudier. Il n'est nullement nécessaire qu'ils prennent l'apparence vitreuse, mais il est indispensable qu'ils réunissent à un grand éclat, dans les circonstances atmosphériques ordinaires, une grande inaltérabilité.

On en fait usage tantôt à l'état mat, tantôt à l'état brillant; pour les obtenir dans ces dernières conditions, on les frotte avec un corps dur, l'agate ou la sanguine employées sous forme de brunissoirs. Mais ils sont alors toujours sous une certaine épaisseur, appliquée sous forme de poussière ou de poudre insolubles, préparées par des moyens chimiques ou mécaniques.

Quelquefois, lorsqu'on veut décorer avec économie ou bien obtenir des effets particuliers d'irisation ou de dichroïsme, on n'applique ces métaux que sous une épaisseur très-faible, et ce résultat est obtenu facilement pour quelques-uns, plus difficilement pour d'autres; il paraît plus avantageux dans ce cas de n'opérer qu'avec des dissolutions huileuses de ces mêmes métaux. Cette considération intéressante, sur laquelle nous aurons à revenir un peu plus loin, motive du reste la distinction admise entre les métaux et les lustres.

Lustres. — Nous réservons en effet le nom de *lustres* aux métaux appliqués sur les glaçures sous une faible épaisseur, et qui reçoivent directement du feu le brillant que les métaux employés sous une épaisseur plus considérable ne tenaient que de l'action du brunissoir. Dans notre opinion, c'est une erreur de croire que les lustres sont nécessairement transparents. Les lustres de platine ne le sont aucunement.

Nous entrerons maintenant dans quelques détails sur chacune de ces matières employées à la décoration des poteries. Nous donnerons avec plus d'étendue que nous n'avons pu le faire, en considérant ces substances dans leur ensemble, les qualités que chaque groupe doit présenter, les défauts auxquels il est sujet, et nous terminerons par quelques exemples de dosages usités dans la pratique relative à chaque genre des poteries que nous avons étudiées dans les Leçons qui précèdent. Nous insisterons surtout sur les différents modes de préparation et d'emploi de ces diverses matières.

OXYDES MÉTALLIQUES.

Nous avons déjà dit quel est le but des oxydes dans la décoration; nous avons vu que ce but est de colorer les pâtes ou de permettre sous la glaçure l'application de dessins colorés, qui puissent prendre, après la cuisson des glaçures elles-mêmes, l'aspect d'une peinture en couleurs vitrifiées, c'est-à-dire inaltérabilité parfaite et brillant uniforme et complet.

Ces oxydes et les quelques sels qu'on peut employer concurremment, doivent présenter certaines qualités qui les rendent d'un emploi général. Leur prix sera de la première condition, car, destinés à faire partie de la masse, il faut qu'ils soient répandus dans le commerce.

Lorsque la terre elle-même ne contient pas l'oxyde colorant naturellement déposé dans la masse de la formation argileuse ou sableuse, on l'introduit après l'avoir fabriqué de toutes pièces, et le prix de cet oxyde doit augmenter alors notablement le prix de la pâte.

Lorsque la poterie qu'on veut décorer reçoit cette décoration sous couverte et qu'elle peut acquérir par elle-même une grande valeur, ou bien encore lorsque l'oxyde colorant possède une grande puissance tinctoriale, on peut négliger, en partie du moins, l'importance du prix de revient de la matière colorante.

Les oxydes, ainsi que nous le savons, sont des combinaisons d'oxygène avec différents métaux. Quelques-uns éprouvent, de la part des corps réducteurs, des modifications dont il faut savoir tenir compte, car la réduction des oxydes peut modifier la couleur dont on espère le développement. Quelques nuances au contraire n'apparaissent qu'avec une influence réductrice. On peut donc recourir aux oxydes d'un même métal pour créer des colorations variées, mais à la condition de les cuire dans des atmosphères différentes; c'est avec des précautions semblables que l'oxyde de chrome ajouté dans la proportion de 0,005 à la pâte de porcelaine, donne du vert jaunâtre dans un courant d'air, et du vert bleu dans une atmosphère enfumée. C'est ainsi que l'oxyde d'urane donne, sous une faible proportion, des pâtes jaunes dans une atmosphère oxydante, ou des pâtes brunes et même rougeâtres dans une atmosphère réductrice.

Les oxydes employés jusqu'à ce jour pour colorer les pâtes sont :

1°. Les oxydes de fer, qui donnent du jaune, du rouge, du brun;
2°. Les oxydes de manganèse, qui donnent du violet ou du brun;
3°. Les oxydes de chrome, qui donnent du vert, jaune ou bleu;
4°. Les oxydes de cobalt, qui donnent du bleu;
5°. Les oxydes d'urane, qui donnent du jaune ou du brun;
6°. Les oxydes d'or, qui donnent du rose ou du gris violacé;
7°. Les oxydes de platine, qui donnent du gris;
8°. Les oxydes d'iridium, qui donnent du gris ou du noir.

Oxydes de fer. — Les oxydes de fer, souvent intimement mêlés aux argiles, sont la cause de la coloration des principales poteries de terre ou de grès : nous avons vu comment on faisait disparaître dans les faïences l'inconvénient de cette colo-

ration ; nous avons dit que dans les faïences fines une partie de l'oxyde de fer visible sur la surface des pièces disparaissait également en se dissolvant dans la glaçure en contact avec cette surface.

Oxydes de manganèse. — Les oxydes de manganèse n'entrent qu'en très-faible proportion dans les pâtes, et c'est en mélange accidentel avec l'oxyde de fer qu'on les rencontre ; ils ajoutent ordinairement à la teinte brunâtre que ces poteries tiennent de ce dernier oxyde. On pourrait profiter de la couleur violette qu'ils communiquent aux frittes alcalines pour colorer en rose les pâtes de porcelaine tendre.

Oxydes de chrome. — Les oxydes de chrome sont mêlés aux pâtes de porcelaine tendre, de porcelaine dure et de grès fins pour colorer les biscuits en vert plus ou moins intense, suivant la proportion qu'on en ajoute. Ici nous devons faire remarquer que l'oxyde de chrome est insoluble dans les pâtes, et qu'il enlève de la transparence même à celles qui sont les plus translucides. Les porcelaines perdent par son addition leur caractère distinctif pour prendre les qualités des grès cérames.

Oxydes de cobalt. — Les oxydes de cobalt ajoutés à des pâtes naturellement ferrugineuses les colorent en brun ; l'oxyde de chrome et l'oxyde de fer forment de même des fers chromés qui colorent en brun rougeâtre : mais si la pâte est incolore, l'oxyde de cobalt ne donne qu'une couleur bleue plus ou moins intense, suivant la quantité d'oxyde qu'on ajoute. Les grès du vieux Wedgwood, colorés en bleu et rehaussés de charmantes compositions en pâte blanche, sont obtenus de cette manière. On a fait encore en Angleterre des poteries de la nature des porcelaines tendres, colorées par de l'oxyde de cobalt, dans lesquelles on maintient la couleur du bleu d'outremer, en corrigeant la teinte violacée propre au silicate de cobalt au moyen d'une addition d'oxyde de zinc ; il est bon, dans ce cas, de faire fritter préalablement le mélange de feldspath, d'oxyde de cobalt et d'oxyde de zinc qui donne la couleur outremer. Une condition indispensable à remplir pour réussir ces couleurs qui s'adapteraient également bien à la décoration des porcelaines artificielles françaises, est une atmosphère oxydante, tant à cause de la nécessité de maintenir l'oxyde de zinc à l'état d'oxyde pour éviter sa volatilisation, que pour s'opposer à la réduction de

l'oxyde de cobalt, qui ne donne à l'état de métal que du gris ou du noir.

Oxyde d'urane. — Le prix de l'oxyde d'urane s'oppose à ce qu'on en fasse usage pour les poteries autres que celles qui, comme les porcelaines et les grès fins, ont par elles-mêmes une valeur assez considérable.

Lorsqu'on mélange à de la pâte de porcelaine blanche 2 pour 100 d'oxyde d'urane, on obtient, si l'on cuit dans un courant d'air, une pâte qui prend une coloration jaune clair assez agréable; la même pâte cuite dans le charbon ou dans une atmosphère enfumée, comme celle des fours marchant à la houille, donne une pâte brune. Cette dernière coloration s'obtient facilement, lorsqu'on augmente la dose d'urane, même dans une atmosphère à courant d'air, parce qu'il n'y a pas assez d'alcalis pour maintenir l'oxyde d'urane à l'état d'acide uranique. Les pâtes brunes passent au rougeâtre quand l'oxyde est en forte proportion et qu'on les cuit dans le charbon; mais on les obtient avec une grande économie lorsqu'on fait usage de pechblende choisie, au lieu d'oxyde d'urane préparé par les moyens chimiques. On peut, en augmentant la dose d'oxyde d'urane, préparer des pâtes complétement noires.

Un inconvénient assez grave de l'emploi de l'oxyde d'urane est sa solubilité dans l'eau. Il est difficile de s'opposer à son transport dans toute la masse; on ne peut donc, lorsqu'on le conserve humide, l'appliquer comme engobage : il teinte les parties blanches voisines de celles sur lesquelles on l'a posé.

Oxyde d'or. — J'ai fait quelques essais pour colorer par l'or les pâtes blanches des porcelaines dures et tendres. On arrive à des colorations variées en faisant usage du chlorure d'or. Le précipité pourpre de Cassius conduit de même à des résultats pratiques; mais il faut, par une dessiccation préalable, lui faire perdre son état floconneux qui modifie la plasticité de la pâte à laquelle on le mêle et lui donne une certaine tendance à se fendre. On parvient, au moyen de l'addition de 0,005 ou 0,010 d'or à l'état de pourpre de Cassius, à colorer la pâte en rose agréable. Il faut moins de métal pour obtenir une même teinte avec les pâtes tendres; car elles cuisent à des températures notablement inférieures. Il convient de cuire dans une atmosphère oxydante, par exemple, au milieu d'un courant d'air, afin d'éviter le ton violâtre sale qui peut

provenir de la réduction de l'oxyde stannique, résultant de la décomposition du pourpre sous l'influence de la chaleur.

Oxyde de platine. — Le haut prix de l'oxyde de platine et sa forte densité s'opposent à son emploi général dans les arts céramiques, surtout pour colorer les pâtes. Cependant, après réduction, il fournit avec les pâtes de porcelaine dures et tendres des gris fins et agréables, qu'on obtient facilement en arrosant de chlorure de platine le sable qui doit entrer dans la pâte. On fait fritter, puis on broie de nouveau. On évite, par ce tour de main bien simple, la séparation de la poudre de platine du sein du liquide qui maintient la pâte à l'état de barbotine, surtout lorsqu'on veut façonner les pièces au moyen du procédé de coulage.

Oxyde d'iridium. — La même observation s'applique évidemment à l'oxyde d'iridium, et la même marche détournée pour l'incorporer aux pâtes peut être employée souvent avec avantage. C'est cette même voie qu'il faudrait adopter toutes les fois qu'on voudrait tirer parti de substances minérales brutes, telles que le wolfram, la pechblende, le rutile, etc., dont la densité se trouve être considérable.

Position des oxydes dans la décoration. — Nous avons dit que les oxydes s'employaient principalement dans les pâtes à l'état de mélange. Cependant ceux dont la valeur est considérable se posent souvent sur la pâte elle-même, tantôt crue, tantôt cuite; on les emploie quelquefois à l'état de pureté, lorsqu'ils peuvent se fixer avec la pâte au moment de la cuisson particulière qui précède le feu de vernis; on les applique encore en mélange avec une petite quantité de flux vitreux pour agglutiner la couleur et la rendre adhérente avec les surfaces sur lesquelles elle est apposée : l'immersion dans l'eau chargée de la glaçure ne les déplace pas. Il résulte de ces deux différentes positions des modes divers d'emploi des oxydes.

Modes d'emploi des oxydes. — Lorsque les oxydes sont incorporés dans la pâte, s'ils sont, comme les oxydes de fer, de manganèse, etc., naturellement mêlés aux éléments qui composent ces pâtes, on opère un broyage et le mélange convenable dans les appareils que nous avons décrits, et ces opérations se font avec un soin directement en rapport avec la nature du produit qu'on établit.

Si ces oxydes ne sont pas mêlés aux matériaux qui composent les pâtes, on les prépare à part; on les amène, par un broyage très-soigné, s'exerçant soit sur les oxydes purs, soit sur les oxydes frittés ou fondus avec un des éléments antiplastiques, à l'état de poussière impalpable; on les ajoute alors aux autres éléments dans les tournants ou cuvelles appropriées.

Dans les fabriques qui font des colorations très-variées, il convient, comme on le fait en Angleterre dans les fabriques de grès fins, d'avoir un nombre suffisant de moulins, pour affecter toujours le même au broyage d'une couleur donnée. On ajoute dans ce moulin la partie incolore par portions successives, en broyant toujours pour obtenir un mélange intime, jusqu'à ce que la pâte soit composée. On évite ainsi des taches qui résultent du broyage imparfait; et pour mieux atteindre cette homogénéité complète, il est bon de décanter la matière colorante avant son introduction dans les tournants.

Les pâtes colorées, raffermies et pétries, sont façonnées par les mêmes procédés que ceux que nous avons appliqués au façonnage des pâtes blanches ou communes naturellement colorées.

Ce mode de coloration est surtout en vigueur, d'une part, en Angleterre, pour faire les grès fins colorés de Wedgwood, et, d'autre part, à Sèvres, pour faire des pâtes de couleur, entre autres les pâtes céladon; on a fait aussi quelques essais de pâte tendre colorée par des additions de frittes cuivreuses, ou chargée d'or et d'oxyde de chrome. Il est évident que cette méthode ne peut convenir pour obtenir les décorations résultant de linéaments ou de figures, appliquées par places sur des poteries, en général pour les décors différents de ceux qui résultent de la coloration de la pâte.

Coloration par teinture. — J'ai fait quelques essais pour obtenir par voie en quelque sorte de *teinture* les oxydes à l'intérieur des pâtes; toutes les fois qu'on peut amener au moyen d'un acide volatil à l'état soluble les matières colorantes, on plonge l'objet façonné dans une eau chargée de ce sel, on laisse sécher, puis on dégourdit de nouveau; le sel se décompose, l'acide volatil se dégage et l'oxyde se dépose. Il n'y a d'autre inconvénient à redouter qu'une inégale répartition du sel dans l'intérieur de la pâte et son accumulation sur ceux des points qui reçoivent une dessiccation

plus rapide; les sels viennent s'y réunir en plus grande abondance.

Ces mêmes phénomènes de teinture réussissent assez bien sur la pâte à l'état de mollesse et plastique lorsqu'on opère la dissolution de l'oxyde dans un acide faible comme l'acide acétique. La décomposition du sel se fait spontanément; elle peut être activée d'ailleurs par l'addition de quantités convenables de carbonates alcalins ou d'ammoniaque, lorsque l'ammoniaque ne jouit pas de la propriété de redissoudre l'oxyde précipité. Il est évident encore qu'on peut faire agir ces réactifs pour opérer par voie de double décomposition la poterie dégourdie, complétement imbibée de la dissolution saline qui doit introduire l'oxyde colorant.

Peinture sur pate sous glaçure. — Dans cette dernière donnée, les oxydes ou matières colorantes sont appliquées soit sur la poterie cuite, soit sur la poterie crue, et par des feux convenables comme intensité; l'adhérence de la couleur et son brillant se développent par l'addition d'un fondant ou de la glaçure.

Les dessins peuvent être placés sur la pâte crue avant toute espèce de cuisson, même celle qui a pour but de consolider assez la pièce pour faciliter la mise en couverte. On délaye alors avec de l'eau la couleur composée d'une manière convenable. Comme on ne fait de la sorte que des dessins grossiers, il importe peu que ces couleurs aient à l'emploi le ton qu'elles auront après la cuisson. La couleur et la poterie cuisent au même feu; elles prennent assez d'adhérence pour que la mise en glaçure n'exige pas de précautions particulières.

Les dessins peuvent être faits avec ces oxydes appliqués sur la poterie déjà cuite, soit à l'état de dégourdi, soit à l'état de biscuit, si la poterie doit recevoir une glaçure qui n'exige pas pour cuire une température égale à celle que doit recevoir le corps de pâte.

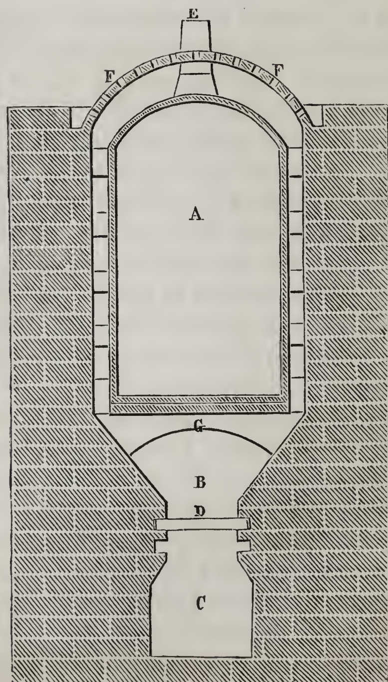
L'application des oxydes, dans le premier cas, sur une surface poreuse et absorbante, conduit à des précautions particulières sur l'emploi desquelles nous devrons insister au sujet des peintures sous couverte sur porcelaine de Sèvres.

Lorsque la pâte est cuite et qu'elle a perdu toute porosité, la coloration, soit par fonds de couleurs, soit par linéaments, devient bien plus facile. On broie l'oxyde à l'essence, comme nous le dirons plus loin, pour l'appliquer suivant les contours qu'on veut

obtenir. Il faut remarquer ici que l'oxyde doit être mêlé d'une certaine quantité de flux vitreux pour rendre adhérent à la pâte l'oxyde, qui, s'il restait pulvérulent, se détremperait dans la glaçure, après qu'on a brûlé les essences, lorsqu'on vient à poser le vernis soit par arrosement, soit par immersion.

La préparation des oxydes et le choix qu'on en doit faire sont liés d'une manière intime avec la température à laquelle on cuit la poterie ou sa glaçure. Il est certain que les oxydes qui se dissolvent dans les glaçures ne peuvent être choisis, et qu'il ne faut pas perdre de vue la nature de la poterie qu'on veut décorer. L'antimoniate de plomb, par exemple, ne laisserait aucune trace sous couverte sur les porcelaines cuites au grand feu; l'oxyde de cobalt,

Fig. 456

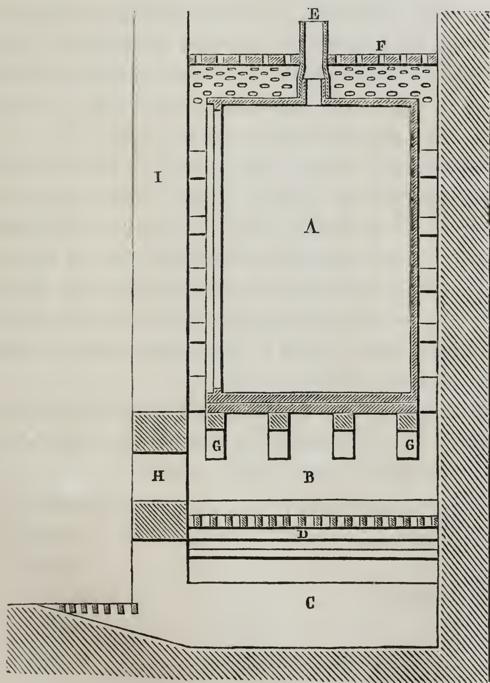


au contraire, permettra de décorer toute espèce de poterie, puisqu'il résiste en présence de toute espèce de verre, même aux tem-

pératures les plus élevées que les arts industriels puissent produire. Dans ce genre de décoration, il donne cependant des dessins d'autant plus nets, qu'ils sont cuits à des feux moins violents.

Impression. — La coloration appliquée, ainsi que nous venons de le dire, tant sur les pâtes dégourdies que sur les pâtes cuites à l'état de biscuit, se fait généralement à la main; mais elle peut se faire aussi par les méthodes rapides de l'impression. Ce procédé, qui déjà vers 1751 donnait des résultats acceptables dans la manufacture de Worcester, a reçu en France, depuis 1806, des perfectionnements très-considérables. On l'applique exclusivement en Angleterre pour la décoration des faïences fines sous couverte, et cette méthode s'est étendue en France pour la décoration des

Fig. 457.



poteries similaires qui se font sur une très-grande échelle à Creil, à Sarreguemines, à Bordeaux, à Montereau. Sur une planche en acier,

en cuivre, en laiton, on dessine soit par gravure au burin soit à l'eau-forte, un sujet qu'on transporte sur une feuille de papier. L'épreuve faite avec une couleur grasse abandonne le papier lorsqu'on met celui-ci par l'envers en contact avec un liquide aqueux. En comprimant avec une roulette l'épreuve et la pièce à décorer, le dessin reste sur la pâte. On brûle l'essence dans le moufle avant de mettre en vernis.

Le moufle se compose ordinairement d'un étui en terre, quelquefois en fonte A (*fig.* 456) placé sur un foyer B au dessus d'un cendrier C; la grille est à barreaux D plus ou moins espacés suivant la hauteur du moufle. Une cheminée E donne issue aux produits qui résultent de la combustion des essences; une voûte percée d'ouvertures F, divise la flamme et régularise le tirage. Le moufle est porté par des arceaux G au nombre de trois ou quatre et placé sur une plaque de couche qui protége le fond. On cuit rapidement en laissant l'air pénétrer dans le moufle par une douille réservée dans la porte. On mure, avant de cuire, l'espace I qui donne libre accès lors de l'emmouflement (*fig.* 457).

Nous pouvons nous borner à dire que c'est par cette même méthode qu'on applique les dessins bleus, bruns, noirs et roses qui décorent toutes les faïences fines et tous les cailloutages. Nous avons indiqué les principes de préparation de ces divers oxydes. Nous n'y reviendrons pas; mais nous donnerons ici les détails des procédés au moyen desquels on prépare le pinck-colour des Anglais, composé singulier dans lequel la coloration rouge ou rose a pour principe le chrome oxydé.

Pinck-colour. — Le pinck-colour est insoluble, infusible; soumis à l'analyse par M. Malaguti, pendant son séjour à Sèvres, il a été trouvé composé de la manière suivante :

Acide stannique..............	78,31
Chaux......................	14,91
Silice......................	3,96
Alumine....................	0,95
Eau.......................	0,61
Oxyde de chrome............	0,52
Chromate de potasse.........	0,26
Potasse et perte.............	0,42
	100,00

On reproduit cette même couleur en fondant :

Acide stannique........	100
Craie..................	34
Chromate de potasse....	3 à 4
Silice.....................	5
Alumine	1

On fait un mélange intime qu'on chauffe au rouge clair pendant quelques heures; la masse est d'un rose sale : elle devient d'un ton agréable lorsqu'on la lave, après porphyrisation, avec de l'eau chargée d'un peu d'acide chlorhydrique. On doit à M. Malaguti l'analyse et la synthèse de cette couleur, dont l'application réussirait certainement sur porcelaine tendre; elle conduit à des résultats véritablement pratiques sur les cailloutages anglais.

Peinture en bleu sous couverte. — Un grand nombre de pièces de porcelaine de la Chine ont un caractère d'originalité très-grande, qu'elles doivent au mode d'ornements bleus sous émail dont elles sont chargées. On a tout récemment appliqué sur la porcelaine de Sèvres ce genre de décoration, et la dernière Exposition à Paris des manufactures nationales, celle des mêmes établissements à Hyde-Park, à Londres en 1851, ont offert des pièces remarquables, d'un effet tout nouveau et d'une grande harmonie.

La peinture en bleu sous couverte est faite à la Chine sur pâte non crue, avec un oxyde de manganèse impur cobaltifère. On ne peut conserver aucun doute à cet égard, ni d'après la lettre du Père Ly, ni d'après les échantillons qui l'accompagnaient, ni d'après les essais et l'examen chimique que nous avons faits, M. Ebelmen et moi, du *thsing-hoa-liao*. Quant à l'état dans lequel se trouve la pâte au moment de la décoration, il est évident que la porcelaine est crue, puisqu'on retrouve l'ornementation, filets et ornements, sous des collages opérés avec la barbotine (anses et becs de théières, etc.).

A Sèvres, les peintures de ce genre, exécutées jusqu'à ce jour, l'ont été sur la porcelaine dégourdie, c'est-à-dire poreuse et absorbante. Pour obvier à la porosité et la détruire, on applique au pinceau, sur la partie qu'on veut décorer, une couche mince de vernis et l'on fait sécher. Il faut que le vernis soit très-mince pour que sa destruction par le feu n'entraîne pas le *levage* de la pein-

ture, soit avant, soit pendant la mise en couverte. On peint sur cette couche de vernis avec assez de facilité pour faire les peintures les plus délicates et les plus soignées. On se sert comme matière colorante bleue d'un mélange à parties égales d'oxyde de cobalt anglais et de sable quartzeux. On le broie finement sur une glace pour l'employer comme les autres couleurs. Quand la peinture est finie, on la laisse sécher, puis on la passe au moufle pour détruire le vernis qui empêcherait la couverte de prendre également sur toute la pièce. Nous venons de donner la description de l'espèce de fourneau dans lequel se fait cette calcination.

La pièce doit être cuite dans le four au grand feu, bien encastée dans de bonnes cazettes avec toutes les porcelaines à cuire. Dans ces conditions particulières, la peinture, qui était noire entre les mains de l'artiste, sort du four d'un bleu très-agréable, uniformément glacé.

Comparés aux bleus de même sorte appliqués sur les porcelaines de la Chine, nos bleus sont plus pâles et moins nets, plus nuageux. On peut attribuer cet effet tant à la cuisson moins développée qu'exige pour être cuite la porcelaine de la Chine qu'à la nature particulière de la matière cobaltifère; cette combinaison du minerai de cobalt, dans laquelle est engagé l'oxyde, se nomme en Chine *thsing-hoa-liao*.

Des spécimens intéressants de la fabrication de M. Haidinger d'Elbogen, exposés à Londres en 1851, ont démontré qu'il était possible de tirer un parti très-avantageux de la décoration en bleu sous couverte et d'obtenir des effets plus nouveaux. Le Musée céramique de Sèvres a fait l'acquisition de plusieurs pièces de cette fabrique, bien réussies, présentant des dessins bleus, avivés çà et là par de la dorure et des couleurs de moufle.

Des faïences en très-grand nombre, d'origine ancienne, persane ou arabe, sont décorées sous couverte par des méthodes analogues qui consistent à déposer sous la glaçure des traits ou des aplats colorés au moyen d'oxydes de cobalt, de cuivre, de chrome ou de fer chromé, du jaune d'antimoine, etc. : par la fusion de la glaçure, ces oxydes se fondent et donnent à la pièce une certaine harmonie qui peut être parfaitement imitée. Il suffit d'ajouter aux oxydes ou sels en question, préparés à l'état de pureté par les méthodes que nous avons indiquées sous le titre de *chimie céramique*,

leur poids ou la moitié de leur poids d'un fondant contenant :

Borax	50
Sable	100
Minium	200

Dosages. — Nous terminerons les détails relatifs aux oxydes par quelques dosages propres à la fabrication de plusieurs des poteries colorées dans la masse que le commerce offre au consommateur.

Sans vouloir entrer dans le détail des fabrications grossières qui se préparent avec des terres naturellement colorées, nous indiquerons quelques compositions :

1°. De grès ;
2°. De porcelaines tendres ;
3°. De porcelaines dures.

Grès. — On colore la pâte des grès en bleu, en vert, en gris, en noir avec les dosages qui suivent :

Grès bleu vif	0,050 oxyde de cobalt.
Grès bleu pâle	0,005 oxyde de cobalt.
Grès vert foncé	0,010 oxyde de chrome.
Grès vert pâle	0,005 oxyde de chrome.
Grès vert bleuâtre	0,003 oxyde de cobalt. 0,003 oxyde de chrome.
Grès noir	0,060 oxyde de manganèse. 0,060 oxyde de fer.

Pâtes de porcelaine tendre française. — La porcelaine tendre peut être colorée par divers oxydes en bleu, en vert, etc.

1°. Pâte turquoise. Cette pâte doit cuire au feu d'oxydation. On fait fritter :

Protoxyde de cuivre	5
Carbonate de soude	18
Sable blanc	77

On prend ensuite :

Fritte bleue turquoise	60
Fritte blanche	15
Marne lavée	10
Craie	15
	100

2°. Pâte d'un vert clair :

Pâte blanche	95
Chromate de baryte	5
	100

3°. Pâte bleue :

Fritte blanche	70
Marne	17
Craie	8
Oxyde de cobalt	5
	100

4°. Pâte violette. On fait fritter :

Carbonate de manganèse	5
Carbonate de soude	15
Azotate de potasse	5
Sable blanc	70
	100

On ajoute à la fritte :

Fritte	76
Marne lavée	12
Craie	12

Porcelaine dure. — Nous indiquerons encore quelques dosages pour les pâtes de porcelaine dure :

Pâte bleu foncé	0,100 oxyde de cobalt.
Pâte bleu pâle	0,050 oxyde de cobalt.
Pâte vert céladon	0,100 oxyde de chrome. 0,003 oxyde de cobalt.
Pâte bronze foncé	0,050 oxyde de nickel.
Pâte vert olive	0,100 oxyde de nickel. 0,020 oxyde de cobalt.
Pâte brune	0,150 oxyde de fer rouge.
Pâte jaune	0,020 oxyde d'urane.
Pâte brun noir	0,150 chromate de fer. 0,150 oxyde de cobalt. 0,150 oxyde de manganèse. 0,120 oxyde d'urane.
Pâte rose	0,010 or à l'état de pourpre.

Il n'y a d'autre considération à prendre dans la confection de ces pâtes que celle qui a trait à l'augmentation de fusibilité que communiquent certains de ces oxydes aux compositions normales : il faut obvier à ces inconvénients par l'addition d'une plus grande proportion de l'élément plastique.

ENGOBES.

Nous avons fait connaître, en commençant cette Leçon, la nature et le but des engobes ; il eût été plus simple peut-être de ne pas établir de distinction entre ces matières et les pâtes de couleur que nous avons étudiées plus haut. Cependant j'ai cru qu'il devait être fait une distinction importante entre ces deux sortes de matières colorantes, à cause des méthodes différentes au moyen desquelles on les applique sur les poteries ; d'ailleurs, considérés au point de vue chimique, les engobes doivent satisfaire à des conditions nouvelles qu'on ne doit pas exiger des pâtes simplement colorées dans toute leur masse.

La pâte de couleur, en effet, donnera toujours de bons résultats pourvu qu'elle ait été façonnée, avec tout le soin possible, par l'une des méthodes que nous avons indiquées, et qu'elle soit cuite dans les conditions, je ne dis pas seulement de soins et de précautions sur lesquels nous avons insisté, mais dans une atmosphère de composition déterminée. Il faut de plus, pour que des engobes réussissent, qu'ils aient tous une composition telle, qu'appliqués sur la même pièce, ils cuisent au même feu, présentent la même fusibilité, la même dilatabilité et prennent avec la pâte une adhérence convenable; ils doivent, en outre, jouir des mêmes propriétés relativement à la glaçure, lorsqu'il s'agit de faire une poterie composée. Il est inutile de répéter qu'au point de vue de la résistance aux agents extérieurs, à l'influence de l'atmosphère du four, à celle de la glaçure, ils doivent se comporter comme les pâtes colorées que nous venons d'étudier.

La position des engobes est très-généralement la même que celle des oxydes ; on les applique presque toujours sur la pâte pour les recouvrir de glaçure. Cependant les poteries italo-grecques nous donnent un exemple remarquable d'engobes blancs ou rouges appliqués comme rehauts sur des lustres noirs. Le lustre en fondant a déterminé l'adhérence de la matière terreuse, et la terre

se détachant en mat forme un contraste agréable qui, certainement, ajoute à l'intérêt que présente cette fabrication, très-avancée pour l'époque à laquelle elle a pris naissance.

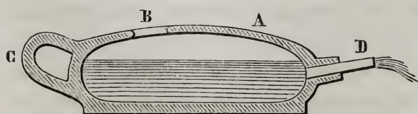
Si la position des engobes sur les poteries est assez généralement la même, on n'en peut pas dire autant des procédés au moyen desquels on les applique sur les poteries qu'on en veut décorer. Les procédés peuvent être très-différents. On les applique tantôt sur la pièce crue, tantôt sur la pièce cuite en dégourdi. Quelquefois l'engobe extérieur est placé le premier, tantôt, au contraire, on ne le place qu'en dernier lieu.

Lorsqu'on fait usage du procédé de moulage pour apposer les engobes qui décorent une pièce de forme donnée, que le moulage ait lieu sur pâte molle ou sur pâte liquide, on commence par placer l'engobe dans le moule, sur les parties qui doivent recevoir par cet engobe une couleur différente de celle du fond; on remplit ensuite le moule soit de pâte molle qu'on applique par le moulage à la balle ou à la croute, même encore à la housse, soit au moyen de barbotine, si l'on opère par coulage. Les pièces ébauchées de la sorte sont mises en glaçure par l'un quelconque des procédés que nous avons fait connaître.

Lorsque la pièce est ébauchée, l'engobe peut se mettre comme dans le cas d'une véritable glaçure, par l'un de ces mêmes procédés. Il n'y a d'autre précaution à observer que celle de régler convenablement l'épaisseur de l'engobe, toutefois en supposant la couleur bien composée.

Lorsqu'on opère par arrosement sur poterie crue, comme on le fait en Suisse, pour l'établissement de ces sortes de pâtes faïencées qui ont encore, dans certaines localités, un très-grand succès, les barbotines sont placées dans une sorte de réservoir A dont la forme rappellerait celle d'une théière aplatie (*fig.* 458). Une ouverture B permet d'introduire la matière; une anse C sert à déverser le liquide. Le bec est terminé par un tuyau d'un orifice très-petit D, qui permet de tracer avec les barbotines colorées des linéaments irréguliers qui se parfondent sous la glaçure, en présentant des sortes

Fig. 458.



d'herborisations très-singulières. Lorsqu'on pense que l'engobe est mis sous une épaisseur trop considérable, on enlève l'excédant en tournassant les pièces ; ce tournassage s'exécute ordinairement sur le tour en l'air.

On trouve dans les engobes la possibilité d'obtenir des colorations brillantes et d'un aspect varié ; mais ceux dont on peut faire usage sur une poterie donnée sont d'autant moins nombreux, que l'on cuit à des températures beaucoup plus élevées lorsqu'on applique l'engobe sur le cru ; ils sont encore d'autant moins nombreux, que la glaçure est plus réfractaire lorsque la poterie composée doit subir deux feux distincts, l'un pour la pâte, l'autre pour la glaçure ; dans ce cas, il vaut mieux réserver l'engobe pour le cuire avec la glaçure, sur la pâte préalablement cuite en grand feu.

ÉMAUX.

Nous poserons ici comme principe que nous nommons *émail* toute matière vitreuse, transparente ou non, colorée par des oxydes maintenus à l'état de dissolution. On donne généralement dans l'industrie le nom d'*émail* à toute matière vitreuse qui perd sa transparence par l'addition d'une certaine quantité d'oxyde d'étain ou d'antimoine. Mais comme on a donné ce nom même aux peintures transparentes exécutées sur plaques métalliques émaillées, même aux couleurs transparentes qui servent à peindre sur paillons, etc., nous conservons à ce mot sa plus grande généralité. Je proposerai toutefois de distinguer les émaux en *opémaux,* c'est-à-dire émaux opaques, et *transémaux,* c'est-à-dire émaux transparents. Je suppose que ces deux dénominations seront facilement acceptées. Les opémaux dériveront toujours des transémaux par l'addition simple et facile d'opémail incolore.

On voit que l'emploi de l'émail comme matière colorante applicable à la décoration des poteries se confond avec celui des glaçures colorées opaques ou transparentes, et que beaucoup des conditions que nous avons exigées pour les glaçures ordinaires sont encore nécessaires.

C'est ainsi que les glaçures colorées doivent réunir toutes les qualités que nous avons énumérées en parlant des glaçures ; à celles-là nous devons ajouter qu'elles doivent être fusibles à des températures déterminées, assez dures pour résister aux frottements,

au moins dans les conditions d'usage auxquelles elles seront soumises, assez inaltérables par l'air et l'eau pour ne pas perdre promptement l'éclat qu'elles tiennent de leur nature vitrifiable.

La fusibilité des émaux opaques ou transparents appliqués comme glaçures sur les diverses poteries que nous avons étudiées est nécessairement variable; la glaçure, dans ce cas, doit cuire à des températures qui diffèrent nécessairement avec la nature de la poterie elle-même, soit qu'on fasse une poterie exigeant une seule cuisson, soit qu'on établisse un produit nécessitant deux cuissons successives. Nous ferons remarquer ici que l'on peut à volonté préparer la glaçure en faisant fondre simultanément la glaçure incolore ou les éléments qui la composent avec les matières colorantes, ou simplement en mélangeant ces derniers aux glaçures ordinaires; ce procédé s'emploie surtout pour les poteries qui cuisent à des températures élevées : la dissolution de l'oxyde dans le flux vitreux s'opère en même temps que la vitrification de la glaçure; il ne peut y avoir d'obstacle à l'emploi de cette méthode que celui qui résulterait de l'usage d'oxydes d'une densité très-considérable. Cette difficulté serait d'ailleurs à peu près nulle, lors même qu'on aurait des oxydes très-denses, si l'on appliquait la glaçure au pinceau ou par saupoudration au moyen d'un tamis convenablement choisi.

Nous comprendrons immédiatement qu'il est d'autant plus facile d'avoir des émaux variés, qu'on cuira la poterie composée à des températures plus basses. Aussi, si les faïences et les porcelaines tendres présentent des colorations assez nombreuses, remarquerons-nous que les porcelaines dures ne peuvent présenter, en ce genre, que des décorations très-limitées.

Nous distinguerons :

1°. Des émaux fusibles pour fonds;
2°. Des émaux durs pour fonds;
3°. Des émaux fusibles pour peindre.

Émaux fusibles pour fonds. — La température de fusion des émaux est très-variable; elle est faible dans les émaux qu'on applique sur le biscuit. Ils contiennent alors de l'oxyde de plomb en une très-forte proportion. Ce cristal devient la base des émaux colorés dont on enduit le biscuit pour lui donner le brillant et le glacé que les porcelaines ordinaires tiennent de leur couverte; on

le mélange à cet effet pour le colorer, par une fusion préalable, avec des oxydes variés dont le nombre est très-réduit, et qui sont à peu près ceux dont le verrier se sert pour faire les cristaux colorés dans la masse.

Le vert est fourni par l'oxyde de cuivre; l'oxyde de manganèse seul donne du violet : en mélange avec de l'oxyde de fer, il colore en brun; l'oxyde de cobalt est la base du bleu; l'antimoine à l'état d'antimoniate de potasse communique au vert par l'oxyde de cuivre une nuance jaunâtre douée d'une opacité souvent nécessaire; enfin les vigueurs et les noirs sont obtenus au moyen de l'oxyde de manganèse sans mélange, tantôt placé directement sur le biscuit pour être recouvert par les émaux, soit bruns, soit verts, soit bleus, tantôt mis en mélange avec ces mêmes émaux suivant le ton qu'on désire obtenir. Ce mélange est fait sans le secours de la balance, à simple vue, sur la palette, avec une assurance que j'ai pu constater par moi-même et qui annonce une bien grande dextérité chez les peintres qui font ce genre de décors.

Les émaux sont broyés à l'eau, puis appliqués à l'essence de térébenthine maigre, sous une forte épaisseur; il faut cependant éviter de mettre une couche trop épaisse qui noierait et détruirait les détails de la sculpture. Les couleurs sont couchées *à plat;* elles offrent néanmoins des ombres et des clairs, les ombres étant données par l'épaisseur de la couche qui se réunit dans les parties déclives : elles agissent dès lors à la manière des *émaux ombrants,* dont il sera question plus loin.

On cuit les pièces décorées, quand elles ont été séchées, dans les moufles communément employés pour cuire la porcelaine peinte, sans autre précaution que celle de bien isoler les pièces les unes des autres et de les faire porter par le plus petit nombre de points possible, sur des espèces de pernettes qui marquent toujours leur point de contact. On établit divers étages de planchers au moyen de barres de fer coupées de longueurs convenables. Le feu nécessaire pour cuire ces émaux est à peu près celui des peintures en premier feu d'ébauche. Évaluée en degrés centigrades, la température correspondante est comprise entre 850 et 900 degrés.

Les produits de cette fabrication, qui rappelle les rustiques de Palissy, ne pourraient être d'un emploi convenable aux usages

journaliers; on réserve ce genre de décoration pour des pièces d'étagères, de dressoirs, etc., c'est-à-dire pour des objets plutôt d'ornementation et d'art que pour des vases propres à la consommation ménagère. Dans cette dernière destination, ces glaçures ne sauraient être que très-inférieures à la couverte résistante et dure de la porcelaine commune.

J'ai donné plus haut la composition d'une glaçure incolore pouvant servir à mettre en glaçure les porcelaines dures cuites en biscuit. Ce fondant peut être coloré par divers oxydes; en voici quelques exemples :

Ivoire.

Fondant	100
Antimoniate de potasse	1
Oxyde de fer hydraté	2
Fleurs de zinc	1

Jaune.

Sable	100
Minium	200
Borax fondu	50
Chromate de potasse	2

Violet.

Sable	100
Minium	200
Borax fondu	50
Carbonate de manganèse	12

Gris.

Sable	100
Minium	200
Borax fondu	50
Oxyde de cobalt	0,2
Oxyde de cuivre	1
Oxyde de manganèse	1
Oxyde de fer rouge	1

Bleu.

Sable	100
Minium	200
Borax fondu	50
Oxyde de cobalt	6

Vert.

Sable	100
Minium	200
Borax fondu	50
Oxyde de cuivre	10

Brun jaune.

Sable	100
Minium	200
Borax fondu	50
Oxyde de fer rouge	40

Noir.

Sable	100
Minium	200
Borax fondu	50
Oxyde de cobalt	1
Oxyde de cuivre	1
Oxyde de manganèse	3
Oxyde de fer rouge	2

On fond et l'on coule ces divers mélanges ; on les pile et on les applique sans intermédiaire sur le biscuit de porcelaine ; on cuit au feu de peinture.

Ces émaux doivent être mis à un seul feu sous une faible épaisseur ; sous une épaisseur exagérée, ils se fendillent et font l'effet du craquelé des Chinois. On ne peut les retoucher qu'en appliquant la retouche à l'eau ; l'essence qui pénètre dans les fentes ne peut s'y brûler complétement ; elle abandonne du charbon qui macule la surface du vernis. Lorsqu'on applique une couche incolore sur le biscuit, il est indispensable encore de chauffer le moufle avec lenteur pour donner à tout le charbon provenant de l'essence

le temps de se brûler. Sans cette précaution le vernis, surtout dans les épaisseurs, est teinté d'une coloration rose dont la cause m'est encore inconnue.

Émail ombrant. — L'émail ombrant n'est qu'une modification de l'invention nommée *lithophanie*, due à M. Bourgoing. M. du Tremblay, autrefois propriétaire de la fabrique de Rubelles, près Melun (Seine-et-Marne), en a tiré le parti le plus avantageux en créant une fabrication nouvelle qui n'a sans doute pas obtenu tout le succès auquel elle pouvait être appelée.

L'effet produit par l'émail ombrant est complétement indépendant de la nature de la pâte qui reçoit l'émail; il est indépendant encore de la composition de l'émail lui-même: une seule condition théoriquement est à remplir, c'est que l'émail qui s'étend sur la base à reliefs plus ou moins saillants soit légèrement coloré dans sa masse. Cette considération m'a décidé naturellement à ne rapprocher l'émail ombrant d'aucune fabrication particulière, mais à l'étudier au contraire d'une manière toute générale à l'article décoration. D'ailleurs, si l'idée des effets que ce mode d'ornementation peut présenter a été, dans ces derniers temps, appliquée d'une façon spéciale à la faïence, il n'en est pas moins vrai que d'autres fabrications en ont offert des exemples, et pour n'en citer qu'un, je rappellerai que plusieurs pièces de porcelaine de la Chine recouvertes d'un fond céladon offrent des dessins très-variés; ils sont obtenus simplement en remplissant les cavités réservées avec intention, au moyen d'une couverte légèrement colorée.

M. Trélat, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, directeur, en 1843, de la fabrique de Rubelles, a fait connaître dans une Note insérée dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement,* 42e année, page 469, les principales difficultés que présente l'application de l'émail ombrant à la faïence ordinaire. La plus grave est la *tressaillure* qui résulte de la grande épaisseur du vernis accumulé dans les cavités.

Les autres défectuosités que peut présenter l'émail ombrant, quelle que soit la matière de la pâte, quelle que soit la nature de la glaçure (vernis ou couverte), sont: les *gouttes de gondollement, le manque d'horizontalité* pendant la cuisson et *la réduction,* au four, *des oxydes colorants.*

Les gouttes de gondollement, qui altèrent la pureté des dessins

en déplaçant les lumières et les ombres, résultent d'un gauchissement de la pâte pendant la dessiccation. On les évite par une exposition convenablement ménagée dans des séchoirs bien disposés.

Lorsque les reliefs du biscuit déterminent entre eux des creux qui ne sont pas trop larges, le niveau d'émail s'établit très-difficilement pendant la cuisson, à cause de la capillarité qui tend à faire remonter le corps en fusion aux parties les plus élevées du dessin. Les remèdes à ces défauts doivent être apportés dans les modèles plutôt que dans les moyens d'exécution.

On évite, avec de l'adresse et du soin, le désordre que produirait le manque d'horizontalité dans le four.

Enfin, lorsque le four est établi dans de bonnes conditions, la réduction des oxydes colorants n'a lieu que dans des circonstances exceptionnelles. La pureté du feu devient l'une des premières causes du succès de cette fabrication.

Émaux durs pour fonds. — A ces sortes de composés il convient de rapporter un grand nombre de couleurs de grand feu. Nous ne serions pas embarrassé de choisir nos exemples; nous citerons seulement les couleurs de Chine et le bleu de Sèvres.

Rouge flammé de Chine. — C'est ici le lieu de faire connaître le résultat de quelques expériences que j'ai faites à Sèvres pour reproduire le rouge au grand feu des Chinois. L'analyse m'avait donné, pour deux échantillons de rouge, l'un uni, l'autre flammé rouge et bleu, les compositions suivantes :

	Uni.	Flammé, bleu et rouge (goutte bleue).
Silice	73,90	69,04
Alumine	6,00	4,00
Oxyde de fer	2,10	3,84
Chaux	7,30	12,00
Magnésie	traces	traces
Oxyde de cuivre	4,60	0,24
Oxyde de cobalt	0,00	1,50
Oxyde de plomb	traces	0,70
Oxyde de manganèse	traces	2,00
Potasse	3,00	0,60
Soude	3,10	9,40
	100,00	100,00

Les émaux rouges et bleus analysés ont été soumis à quelques essais. La couverte bleue a conservé sa coloration au chalumeau dans la flamme oxydante, comme dans la flamme réductive.

Pour l'émail rouge :

1°. Un fragment de vase à couverte rouge a subi la température du grand feu des fours de Sèvres. L'émail rouge a présenté diverses altérations en rapport avec sa composition. Il a coulé; il s'est réuni dans les parties déclives en gouttes tressaillées; il a perdu sa couleur rouge, totalement à la surface, qui est devenue légèrement verdâtre et opaline, en partie seulement dans l'épaisseur, qui est restée, çà et là, rosée dans tous les points que l'épaisseur de la couche avait préservés de l'oxydation pendant la cuisson.

La pâte, qui était parfaitement blanche, a pris, dans toute la surface exposée pendant la cuisson à l'influence de l'atmosphère du four, une teinte brunâtre très-prononcée due au fer qu'elle contient. Les parties intérieures, mises à nu par une nouvelle cassure, avaient conservé leur blancheur primitive.

2°. Un fragment du même vase a été cuit au moufle et porté au rouge; après le démouflement, il avait encore toute sa coloration. Les arêtes s'étaient conservées bien vives; il n'y avait pas eu de ramollissement au feu de peinture.

3°. L'essai répété sur le même tesson a cuit à la température de *l'or mat*. Cette température fut suffisante alors pour ramollir un peu l'émail, émousser les bords de la cassure, mais insuffisante, toutefois, pour faire adhérer à la couverte le sable dans lequel le fragment avait été placé pendant la cuisson. La porcelaine dure de Sèvres, dans les mêmes conditions, ne subit aucune modification, aucun ramollissement.

On doit donc admettre, d'après l'analyse et les essais qui précèdent, que la coloration de l'émail en rouge dépend de la présence de l'oxydule de cuivre répandu dans la couverte; que cette couverte cuit à une température très-élevée, quoique cependant inférieure à celle du grand feu de Sèvres, peut-être égale à celle du grand feu des fours chinois; que la fusibilité de cette couverte est augmentée par la proportion de la chaux dont la quantité varie et dont nous avons constaté l'existence, M. Ebelmen et moi, dans toutes les couvertes des porcelaines de la Chine.

Les tentatives que j'ai faites, jusqu'à ce jour, pour obtenir cette couleur ont d'ailleurs confirmé les données qui précèdent. Je n'ai plus, pour arriver à des résultats complets, qu'à déterminer à présent les conditions de cuisson des pièces recouvertes de l'émail rouge.

J'ai supposé comme composition de la couverte rouge :

Sable d'Aumont........	38,00
Feldspath.............	50,00
Craie.................	12,00
Oxydule de cuivre......	6,00
	106,00

contenant :

Silice.................	76,00
Alumine et fer.........	7,75
Chaux et magnésie.....	6,08
Potasse et soude.......	3,72
Oxyde de cuivre.......	6,00
	100,00

On est forcé, dans ce dosage, d'exagérer la quantité d'oxyde de cuivre à cause de sa volatilité dans une atmosphère réductive. Cet émail est aussi plus dur que la couverte de Chine, mais cette condition est indispensable pour ne pas s'exposer aux tressaillures. On doit même, pour éviter plus facilement ce défaut, composer différemment la pâte en la rendant plus fusible, c'est-à-dire en rapprochant sa composition de celle des porcelaines de la Chine. La pâte qui suit donne de bons résultats :

Pâte de service définie.....	80
Feldspath pour couverte....	20
	100

La pâte de service définie ne peut convenir pour les pièces à couverte rouge; les conditions d'enfumage pour développer la coloration du cuivre, pour l'amener et le maintenir à l'état d'oxydule, s'opposent au tirage du four, et la pâte ordinaire ne cuit que difficilement. Si l'on cherche à la rendre transparente, il faut perdre

la couleur rouge, et, par l'excès du feu, la couverte même durcie comme celle que j'ai donnée, coule et se déplace.

J'ai pu, en rétrécissant simplement la cheminée d'un petit four, obtenir des pièces rouges faites avec la pâte attendrie ; la couverte ne tressaille pas, ce qui est rare, même sur des pièces de la fabrication chinoise. J'ai déposé, dans les collections du Musée Céramique, divers échantillons à l'appui de ces essais. Sur l'un d'eux, on a fait, en or, une frise cuite qu'on a pu brunir. Je ne connais aucune pièce de la Chine qui ait reçu sur le rouge, ou de l'or ou toute autre couleur.

Enfin, des échantillons de porcelaine rouge au grand feu, faits à Sèvres, reglacés avec du verre bleu coloré par l'oxyde de cobalt, ont donné des teintes violacées et bleues tout à fait analogues à celles des vases flammés des Chinois.

Bleu pour porcelaine dure. — Le bleu de Sèvres est encore un véritable émail qui cuit plus fort encore que les couleurs que nous venons d'examiner. L'oxyde de cobalt est dissous. Voici du reste le procédé le plus simple pour l'obtenir.

Depuis 1846 j'ai constamment fait cette coloration avec l'oxyde de cobalt venant de Birmingham ; en raison de la pureté de cet oxyde et de sa puissance colorante, il a fallu modifier le dosage de la couverte anciennement accepté. Je prends actuellement :

Oxyde de cobalt...........	14
Couverte ou pegmatite......	86
	100

Le bleu, préparé comme il est dit plus haut, est très-fleuri, bien vitreux, et n'a donné que très-rarement ces espèces de taches géodiques cristallisées et rosâtres que présentaient assez fréquemment les bleus provenant des oxydes de cobalt préparés au laboratoire de Sèvres. On n'a pas remarqué que ces fonds aient, plus que les autres, tendance à grésiller.

Il convient, quand on fritte le mélange de pegmatite et d'oxyde de cobalt, de ne pas fondre à une chaleur trop intense ; le bleu devient alors court et d'un emploi difficile.

Dosages. — Nous donnerons ici, comme nous l'avons fait pour les autres matières colorantes, quelques compositions, en les distinguant naturellement par espèces de poteries. Nous commence-

rons par les faïences communes, pour finir par les faïences fines et les porcelaines dures. Les dosages pour porcelaine tendre sont ceux employés aujourd'hui pour la décoration des porcelaines de Sèvres.

Faïence commune. — Nous avons vu comment on préparait les émaux blancs pour faïence; on trouve dans le commerce quelques pièces de faïence colorées en jaune, en vert, en brun, en bleu. Nous indiquons ici les dosages au moyen desquels on obtient ces colorations.

1°. Émail jaune. On fait usage d'émail blanc; on ajoute soit de l'oxyde d'antimoine, soit du jaune de Naples. On peut fondre d'une seule pièce les éléments suivants, qui donnent une composition suffisamment fusible.

Minium....................	125
Sable......................	50
Borax	25
Antimoniate de potasse.....	10
Oxyde de fer rouge.........	2
	212

2°. Émail bleu. On mélange :

Émail blanc................	95
Oxyde de cobalt, azur......	5

En augmentant la dose de bleu d'azur, on obtient un bleu plus intense.

3°. Émail vert. On mélange encore :

Émail blanc................	95
Oxyde de cuivre............	5

4°. Émail vert pistache. On mélange :

Émail blanc................	94
Protoxyde de cuivre........	4
Jaune de Naples............	2

5°. Émail violet. On mélange :

Émail blanc................	94
Carbonate de maganèse pur..	6

Tous ces émaux peuvent se faire, comme l'émail blanc, en mélangeant les oxydes à la composition qui doit donner le blanc et fondant de la même manière que s'il s'agissait de fondre de la glaçure ordinaire. Dans quelques cas, on se contente d'ajouter l'oxyde colorant aux émaux blancs finement broyés.

Il faut éviter de mettre, pendant la cuisson, à côté des pièces blanches celles qui sont vertes ou bleues; car il y aurait coloration par volatilisation.

Poteries colorées. — Les poteries communes reçoivent des colorations très-variées du fait de l'addition à leur glaçure de principes colorants. Les poteries jaunes, par exemple, sont obtenues au moyen de l'addition d'une certaine quantité de minium dans la glaçure.

1°. Poterie jaune. On prend :

Minium	70
Argile de Vanvres	16
Sable de Belleville	14

2°. Poterie brune. On mélange :

Minium	70
Argile de Vanvres	13
Sable de Belleville	13
Oxyde de manganèse	14

3°. Poterie verte. On mélange :

Minium	66
Argile de Vanvres	15
Sable de Belleville	15
Oxyde de cuivre	4

Ces matières sont mêlées ensemble, puis broyées dans des meules en grès, mues à bras à l'aide d'un manche vertical attaché sur un point de la circonférence.

On fait usage dans les fabriques importantes de tournants qu'on affecte au broyage de la même couleur.

Porcelaine tendre française. — On prépare un flux de très-bonne qualité pour les fonds de porcelaine tendre comme vernis coloré ou comme fond de couleur applicable sur la poterie déjà

mise en glaçure en fondant :

Sable....................	825 grammes.
Minium..................	500
Carbonate de soude.........	200
Carbonate de potasse......	200

Ce flux est coloré de la manière suivante, en ajoutant, avant la fonte :

savoir :

En turquoise bleue....	Oxyde de cuivre.....	100
En turquoise verte....	Oxyde de cuivre......	100
	Oxyde de chrome.....	2
En jaune verdâtre.....	Oxyde de cuivre.....	100
	Oxyde de chrome....	10
En vert-pomme......	Oxyde de cuivre.....	100
	Oxyde de chrome....	15
En bleu foncé........	Oxyde de cobalt......	16
En bleu moyen.......	Oxyde de cobalt......	6
En bleu pâle.........	Oxyde de cobalt......	1,5
En lilas clair.........	Oxyde de manganèse..	40
En violet clair........	Oxyde de manganèse..	60
	Oxyde de cobalt.....	3
En ivoire............	Oxyde de fer rouge...	80
En rose foncé........	Or à l'état de pourpre.	0,64
En rose clair.........	Or à l'état de pourpre.	0,32

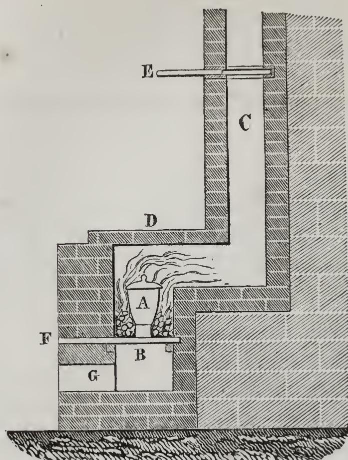
Ces exemples suffisent pour donner l'indication de la marche à suivre : on mélange les éléments du fondant, on ajoute les oxydes colorants, puis on fond; je fais ces fontes dans le fourneau dont je donne le dessin (*fig.* 459).

Modes d'application des émaux. — Un avantage de ces fonds, c'est qu'ils peuvent être appliqués sur des pâtes ou des engobes colorés et donner par superposition des colorations qu'il ne serait pas possible d'obtenir autrement. Les Chinois font un assez grand usage de superpositions et l'emploi de ce moyen ajoute à leur fabrication un caractère très-grand d'originalité.

On donne aux porcelaines dures colorées dans la glaçure le nom de fonds par *immersion*. Cette désignation vient de ce que ces gla-

çures colorées sont appliquées comme les autres glaçures, et par les méthodes expéditives de l'immersion. On se sert de l'arrosement pour poser les fonds des faïences communes. C'est par saupoudration ou tamisage qu'on a placé jusqu'à ce jour les fonds dont on fait un grand emploi sur la porcelaine tendre.

Fig. 459.



Émaux fusibles pour peindre. — Les couleurs qui composent les assortiments employées en Chine et que différents voyageurs ont apportées en France sont, les unes brutes et les autres préparées, et presque toujours on trouve réunies la couleur brute et la même toute préparée pour peindre. La différence qui les sépare n'existe seulement, quelquefois, que dans la préparation mécanique qu'on fait subir à la couleur brute pour la rendre susceptible d'être appliquée, au pinceau, sur la pièce à décorer; d'autres fois, en même temps qu'on broie la couleur brute, on y ajoute ou de la céruse si l'on veut la rendre plus fusible, ou du sable si on la trouve trop tendre. Dans le premier cas, la couleur brute doit présenter, avec la couleur préparée, une identité complète de composition. Nous avons fait, M. Ebelmen et moi, l'analyse de ces couleurs; autant que nous l'avons pu, nous avons simultanément traité les deux espèces de couleurs.

Les couleurs brutes se présentent généralement sous forme de morceaux fragmentaires irréguliers, vitreux, les uns opaques, les autres transparents, ayant tous la même coloration, si la couleur est simple, ayant des colorations variées, si la couleur ne peut être composée que par le mélange de deux ou plusieurs couleurs différentes, qu'on n'a pas jugé convenable de fondre de nouveau.

Les proportions dans lesquelles on ajoute la céruse aux couleurs qui ont besoin de cette addition pour être employées, sont variables non-seulement pour les couleurs de nuances différentes, mais même

pour des échantillons d'une même couleur et de même nom, suivant la composition de la couleur primitive. Il doit, en effet, en être ainsi dans un pays où toutes les couleurs primitives provenant de districts éloignés ne sont pas faites par le même fabricant, et où la température de la cuisson des peintures dépend uniquement de la volonté du décorateur.

Quelle que soit l'origine des couleurs qui servent à la Chine dans la décoration des porcelaines, elles présentent toutes un caractère de généralité qui ne peut échapper, en même temps qu'une grande simplicité; le fondant qui n'est pas distinct dans la couleur est toujours composé de silice, d'oxyde de plomb dans des proportions peu variables et d'une quantité plus ou moins grande d'alcalis (soude et potasse). Ce fondant maintient en dissolution à l'état de silicates quelques centièmes seulement d'oxydes colorants dont le nombre est excessivement restreint. Les matières colorantes sont : l'*oxyde de cuivre* pour les verts et verts bleuâtres, l'*or* pour les rouges, l'*oxyde de cobalt* pour les bleus, l'*oxyde d'antimoine* pour les jaunes, l'*acide arsénique* et l'*acide stannique* pour les blancs, quelquefois le *phosphate de chaux*.

L'oxyde de fer et les oxydes de manganèse impur, qui donnent, l'un du rouge, l'autre du noir, font seuls exception, et c'est sans doute parce qu'il est impossible d'obtenir ces couleurs, par voie de dissolution, avec les oxydes que nous venons de désigner. Ces matières rentrent alors dans la classe des couleurs proprement dites. Nous n'avons trouvé ni borax ni acide borique.

Cette composition spéciale des couleurs de la Chine entraîne des habitudes spéciales dans les décorations qu'elles servent à produire, et c'est d'elle que les peintures chinoises et japonaises tirent leur aspect distinctif.

Quelques couleurs s'appliquent directement, telles que le commerce les fournit; d'autres au contraire exigent, avant de pouvoir être employées, une addition variable fixée par l'expérience, préalablement sans doute; on les ramène de la sorte à se développer toutes à une température déterminée. L'assortiment rapporté de Canton, enlevé sur la table d'un peintre chinois, nous donne l'exemple d'une palette toute préparée. Les additions avaient dû être faites, et nous avons pu constater que la céruse ajoutée l'a été pour la plupart en petite quantité, si même celle que l'analyse

nous a fait découvrir ne provient pas d'un commencement d'altération de la couleur pendant le broyage.

Nous verrons dans la prochaine Leçon qu'en Europe les couleurs pour peindre la porcelaine dure sont formées par un mélange de certains oxydes et de certains fondants.

Je viens de dire que les couleurs de la Chine diffèrent complétement et pour la nature des éléments du fondant, comme pour les proportions de l'oxyde colorant. Nous ne trouvons pas des différences moins tranchées quand nous envisageons l'état dans lequel se trouve la matière colorante dans ces deux sortes de couleurs. Et les deux assortiments ne peuvent plus être comparés quand on vient à établir le parallèle entre les substances employées, dans les deux cas, comme principes colorants.

On vient de voir que les oxydes colorants dans la palette des Chinois étaient bornés à l'oxyde de cuivre, à l'or, à l'antimoine, à l'arsenic, à l'étain et à l'oxyde de cobalt impur, qui donne tantôt du bleu, tantôt du noir; enfin à l'oxyde de fer, qui fournit une nuance de rouge. Nous verrons que dans les couleurs d'Europe, où on fait usage des divers oxydes que nous venons de citer, on tire un très-grand parti de substances inconnues des Chinois. On modifie la nuance de l'oxyde de cobalt pur en le combinant à l'oxyde de zinc ou à l'alumine, quelquefois à l'alumine et à l'oxyde de chrome; l'oxyde de fer pur fournit une dizaine de rouges nuancés du rouge orangé au violet de fer très-foncé; on obtient des ocres pâles ou foncés, jaunes ou bruns, en combinant diverses proportions d'oxyde de fer, d'oxyde de zinc et d'oxyde de cobalt ou de nickel : les bruns se préparent en augmentant la dose de l'oxyde de cobalt contenu dans la composition qui fournit les ocres; les noirs, par la suppression de l'oxyde de zinc dans les mêmes préparations. Nous varions les nuances de nos jaunes par des additions soit d'oxyde de zinc ou d'étain pour les éclaircir, soit d'oxyde de fer pour les rendre plus foncés. L'oxyde de chrome, pur ou combiné soit à l'oxyde de cobalt, soit aux oxydes de cobalt et de zinc, donne des verts jaunes et des verts bleuâtres qui peuvent varier du vert pur au bleu presque pur. L'or métallique nous fournit le pourpre de Cassius, que nous transformons ensuite, à volonté, en violet, en pourpre ou en carmin. Nous citerons encore l'oxyde d'urane, les chromates de fer, de baryte, de cadmium, qui

donnent d'utiles couleurs, et nous terminerons en indiquant l'application toute récente des métaux inoxydables au feu, dont la découverte et la préparation exigent des connaissances en chimie que les Chinois sont loin de posséder.

Si l'aspect des porcelaines des Chinois est différent de celui de nos productions, si l'harmonie des décorations de ces peuples paraît plus complète, c'est, suivant nous, le résultat forcé de leurs méthodes. Toutes les couleurs dont ils se servent sont peu colorées; elles n'ont de valeur que sous une certaine épaisseur qui donne à leurs peintures un relief impossible à obtenir par d'autres moyens; l'harmonie de leurs peintures est la conséquence de la nature et de la composition de leurs émaux. Nous avons vu, dans la première partie de ce travail, que la pâte plus fusible des porcelaines de Chine devait être recouverte d'une glaçure plus fusible que celle dont on se sert en Europe, et c'est l'introduction de la chaux dans la couverte qui, diminuant l'infusibilité de cette glaçure, modifiant peut-être sa dilatabilité, en rapproche les propriétés physiques des propriétés des émaux.

Tous les différents principes colorants se trouvent dans les couleurs européennes à l'état de simple mélange; dans les couleurs des Chinois, les oxydes sont, au contraire, dissous, et cette circonstance nous permet de les rapprocher d'une autre sorte de produits qui, répandus à la Chine, se présentent aussi fréquemment dans l'industrie d'Europe.

En effet, nous avons trouvé dans les composés vitreux qui sont désignés en France sous le nom d'*émaux*, non-seulement la même coloration obtenue par les mêmes oxydes, mais une composition de fondant analogue et quelquefois identique. Les émaux transparents sont effectivement, comme on sait, des composés vitreux dont la composition est variable en vertu de la fusibilité qu'ils doivent offrir, et colorés par quelques centièmes d'oxydes. Les bleus sont fournis par l'oxyde de cobalt, les verts par du deutoxyde de cuivre, les rouges par de l'or; les émaux opaques, jaunes ou blancs, doivent leur coloration et leur opacité soit à l'antimoine, soit à l'acide arsénique ou à l'acide stannique, quelquefois au phosphate de chaux.

Voici, du reste, les analyses que nous avons faites de différents émaux pris dans le commerce et destinés à la fabrication des bijoux en cuivre, en or ou en argent émaillés.

J'extrais ces analyses d'un travail plus complet que je prépare sur les diverses compositions employées dans l'art de l'émailleur sur métaux :

	Bleu.	Rubis.	Vert.
Perte au feu...........	1,00	0,06	0,10
Silice..................	51,00	47,70	53,68
Oxyde de plomb........	34,57	31,19	25,30
Oxyde de cobalt........	1,00	0,10	0,00
Oxyde de fer..........	traces	0,40	0,46
Oxyde de manganèse...	0,00	1,20	0,20
Alumine..............	traces	0,26	0,60
Chaux................	2,00	1,80	1,26
Magnésie..............	traces	traces	traces
Oxyde de cuivre.......	traces	traces	0,60
Or métallique..........	»	0,46	0,00
Potasse et soude.......	10,43	13,23	17,80
Oxyde d'étain.........	»	3,60	0,00
	100,00	100,00	100,00

Les fondants qui servent pour l'émaillage soit de l'or, soit de l'argent, soit du cuivre, celui qu'on applique sur la peinture dite *sous-fondant*, peuvent encore être comparés avec les couleurs dont les Chinois se servent pour décorer leurs porcelaines; on trouve que ces composés sont semblables. Il n'y a de différence entre eux que sous le rapport de la fusibilité, qui est un peu plus grande pour les émaux chinois.

	Fondants pour		
	Argent.	Or.	Peinture.
Perte au feu...........	0,30	0,10	0,10
Silice..................	48,10	53,60	44,82
Oxyde de plomb.......	38,25	31,16	41,59
Oxyde de cuivre.......	0,32	traces	traces
Oxyde de fer..........	0,25	0,40	0,31
Oxyde de manganèse....	0,00	0,60	0,15
Alumine..............	0,14	0,54	0,46
Chaux................	0,60	1,26	0,82
Magnésie..............	traces	traces	0,05
Alcalis................	12,04	12,31	11,70
	100,00	100,00	100,00

Le rapprochement auquel nous a conduits l'examen des couleurs employées en Chine entre celles-ci et les émaux, a été pleinement confirmé par la manière dont ces couleurs se sont comportées à la cuisson. On a fait l'essai des assortiments que nous avons examinés, M. Ebelmen et moi, sur des porcelaines de Chine et sur des porcelaines d'Europe. Sur porcelaine de Chine, les couleurs se sont développées à une température inférieure à la température du feu de retouche des peintures de fleurs à la manufacture de Sèvres : elles n'ont pas écaillé. Mais, sur la porcelaine de Sèvres, bien qu'elles fussent développées, elles se sont toutes détachées par écailles. On savait depuis longtemps, par suite d'expériences directes, que les émaux ne pouvaient servir que difficilement à la décoration des porcelaines d'Europe, précisément à cause du grave défaut que je viens de signaler.

Quelle que soit la cause qui détermine sur les porcelaines européennes le défaut d'adhérence des émaux, nous pensons qu'elle réside dans la différence de nature de la couverte des deux porcelaines.



VINGT-QUATRIÈME LEÇON.

DÉCORATION CÉRAMIQUE.

Couleurs. Définitions, qualités, avantages; mode d'application, compositions applicables à diverses espèces de poteries. — Broyage, porphyrisation, emploi. — Posage au putois, au pinceau, à la main, par procédés mécaniques. — Pyroscopes; pyromètres. — Démouflement. — Métaux, qualités, inconvénients, leur position. — Or, platine, argent. — Préparation. — Lustres; lustre d'or, de platine, lustre burgos, lustre d'argent, de plomb, de cuivre, de fer, etc. — Cuisson des matières employées à la décoration. — Moufles.

SUITE DE LA DÉCORATION DES POTERIES.

COULEURS.

Nous avons donné le nom de couleurs aux matières vitrifiables, employées dans la décoration céramique, lorsqu'elles sont composées de telle sorte, qu'elles portent en mélange la quantité de matière fondante capable de faire adhérer la peinture à la glaçure (vernis, émail ou couverte), et capable en même temps de communiquer à la peinture *cuite* un glacé semblable au moins à celui de la peinture à l'huile passée sous le vernis.

Ce que nous avons dit déjà des oxydes, des engobes, etc., des émaux s'applique parfaitement aux qualités que posséderont les couleurs pour être de bonne qualité. Nous n'aurons donc ici qu'à rappeler brièvement la plupart de ces qualités. Les couleurs, nous ne devons pas le perdre de vue, diffèrent des émaux en ce que dans ces derniers l'oxyde est dissous; il n'est qu'à l'état de mélange dans les couleurs que nous devons considérer maintenant.

Qualités. — Toutes les couleurs doivent réunir plusieurs conditions indispensables à leur usage :

1°. Fondre toujours à des températures déterminées et ne pas s'altérer à ces températures: l'emploi de toute couleur volatile ou d'origine organique est donc exclu d'une manière absolue;

2°. Adhérer fortement au corps sur lequel on les applique : il faut en connaître la nature chimique pour apprécier son influence sur la couleur ;

3°. Conserver en général un aspect vitreux après la cuisson : je dis en général, car on a fait à diverses époques des peintures mates, mais c'est l'exception ;

4°. Être inattaquables par l'eau, par l'air humide ou sec et par les gaz répandus dans l'atmosphère ;

5°. Enfin, être en rapport de dilatabilité avec les surfaces qu'elles recouvrent.

Fusibilité. — Elles doivent en outre, pour être d'un bon usage, posséder plusieurs qualités ; telle est une fusibilité toujours plus grande que celle de l'excipient sur lequel on les applique. Quelquefois la différence entre la fusibilité de la glaçure et celle de la couleur est considérable, comme pour la porcelaine dure ; dans d'autres cas, cette différence est presque nulle, c'est ce qui arrive pour les couleurs de porcelaine tendre et de faïence. C'est un avantage réel, car la couleur pénètre la glaçure et s'identifie pour ainsi dire avec elle sans courir aucun risque de se détacher en écailles.

Dureté. — La dureté des couleurs varie avec leur composition. On doit toujours leur donner le degré de dureté nécessaire pour qu'elles résistent suffisamment au frottement des corps durs avec lesquels elles peuvent être en contact.

Inaltérabilité. — Quant à leur résistance à l'action chimique des corps, elles ne doivent éprouver aucune altération de la part des substances auxquelles elles sont exposées dans les conditions ordinaires, telles que les acides végétaux, les graisses chaudes et le gaz sulfhydrique que dégagent les œufs en cuisant ou qui peut être répandu dans l'atmosphère.

Dilatabilité. — La dilatabilité des couleurs comparée à celle du corps qui les reçoit paraît être l'une des conditions les plus importantes auxquelles les couleurs soient assujetties : elle est de la nature de celle des glaçures sur les pâtes ; nous nous en sommes occupés avec détail en étudiant l'influence physique de la glaçure sur les pâtes dans les poteries composées.

Variétés. — On peut grouper les couleurs sous différents points de vue. Celui qui fera remarquer entre elles les différences les plus réelles nous semble le meilleur. Or ce sont les températures aux-

quelles elles se développent bien sans s'altérer, c'est-à-dire les températures qu'elles doivent ou peuvent éprouver pour être cuites, qui nous paraissent offrir ce point de vue essentiel. Nous les diviserons donc en couleurs de moufle ordinaire ou *couleurs tendres*, en couleurs de demi-grand feu ou *couleurs dures*, enfin en *couleurs de grand feu*.

Les deux premiers groupes s'appliquent sur les glaçures; le troisième groupe cuit avec la glaçure et doit donc être soumis au même degré de chaleur que celle-ci sans être altéré. La plupart des décorations au grand feu sont des émaux; il n'y a que très-peu de couleurs proprement dites. Les couleurs des deux premiers groupes diffèrent peu dans leur composition; celles du troisième groupe en exigent une plus spéciale.

Avant d'entrer dans la description des couleurs de ces trois groupes et de leur application aux diverses poteries, il faut faire connaître la préparation des éléments qui entrent dans leur composition : ce sont les oxydes métalliques et les fondants.

Éléments qui composent les couleurs vitrifiables. — Le succès qu'on peut obtenir constamment dans la préparation des couleurs dépend de la pureté des oxydes et de l'identité des fondants.

Il faut arriver au point d'être sûr qu'en prenant dans les bocaux les oxydes et les fondants préparés dans des circonstances convenables, on prend un corps qui est toujours le même, non-seulement dans sa composition chimique, mais dans l'état moléculaire; ce dernier état doit influer sur les propriétés de la matière colorante et sur la nuance qu'elle donnera lors de la cuisson.

Une étude attentive et raisonnée des matières employées à la décoration des poteries, considérées sous ce double point de vue, est seule capable de garantir, du reste, d'une foule d'erreurs qu'on ne peut éviter ordinairement que par de nouvelles recherches; seule encore elle permettra d'obtenir, toutefois avec des formules convenables, des couleurs de composition parfaitement définie.

Pour faciliter l'étude des couleurs envisagées de cette manière, nous devons conserver ici la distinction qu'ont établie MM. Dumas et Brongniart entre les oxydes et les fondants : c'est sur cette même distinction que repose la différence que nous avons admise nous-même entre les couleurs et les émaux.

Sous le nom de *couleurs vitrifiables,* on confondait généralement autrefois la couleur elle-même et son fondant ; on considérait ces deux substances comme capables de s'unir chimiquement par la fusion et comme formant après celle-ci un tout homogène. J'ai fait voir depuis longtemps que dans quelques cas seulement il en est ainsi : l'oxyde de cobalt, les oxydes de cuivre ne donnent en effet de coloration qu'à l'état de silicates ou de sels ; mais pour toutes les autres couleurs au contraire, l'oxyde de chrome et l'oxyde de fer en offrent un exemple remarquable, le fondant n'est qu'un véhicule qui enveloppe le principe coloré et le fixe à l'excipient sur lequel on l'applique. Cette distinction une fois admise, il est permis de considérer isolément, l'une après l'autre, la couleur proprement dite et son fondant ; on peut étudier séparément la préparation chimique des éléments colorants, les oxydes et la fabrication des principes fusibles qui doivent les faire adhérer ou glacer à la surface des corps sur lesquels on les pose.

Les conditions indispensables auxquelles les matières colorantes doivent satisfaire, limitent notablement le nombre des substances susceptibles de servir à la fabrication des couleurs vitrifiables. Nous les avons fait connaître. Ces considérations nombreuses ne sont cependant pas les seules dont il faille tenir compte. Dans la peinture sur porcelaine, et c'est là surtout qu'il importe d'atteindre la perfection, quand les couleurs doivent être mélangées pour produire des nuances variées à l'infini, on comprend la nécessité de proscrire l'emploi de toutes les substances qui, à la température de la cuisson, pourraient réagir les unes sur les autres de manière à changer de ton ; cette nouvelle considération limite encore considérablement le nombre des principes colorants d'un emploi certain.

Jusqu'à présent les matières employées sont,

Parmi les oxydes simples :

1°. L'oxyde de chrome ;
2°. L'oxyde de fer ;
3°. L'oxyde d'urane ;
4°. L'oxyde de manganèse ;
5°. L'oxyde de zinc ;
6°. L'oxyde de cobalt ;
7°. L'oxyde d'antimoine ;

8°. Les oxydes de cuivre;
9°. L'oxyde d'étain;
10°. L'oxyde d'iridium;

Parmi les oxydes salifiés ou mêlés de matières terreuses:

11°. Le chromate de fer;
12°. Le chromate de baryte;
13°. Le chromate de plomb;
14°. Le chlorure d'argent;
15°. Le pourpre de Cassius;
16°. La terre d'ombre;
17°. La terre de Sienne;
18°. Les ocres rouges et jaunes.

Nous avons fait connaître en temps utile la préparation de ces différentes matières en vue surtout des couleurs dans la composition desquelles elles entrent; nous avons indiqué le choix qu'il convient de faire entre plusieurs méthodes différentes, en faisant ressortir avec assez de détails les qualités que doivent avoir ces divers oxydes pour être employés avec succès.

Nous ne nous étendrons donc actuellement que sur la préparation des couleurs proprement dites.

Des fondants. — Si l'on fixe son attention sur la nature chimique des différentes glaçures sur lesquelles on peut appliquer les couleurs dont nous venons de donner la préparation; si l'on considère que les unes fondent à une température voisine de celle à laquelle les couleurs se fixent, que les autres plus dures ne s'y ramollissent pas, et qu'alors toute la fusion doit provenir du fondant, on remarque que la température à laquelle les couleurs se cuisent est variable avec la nature du produit que l'on veut décorer, et que l'action des divers agents fusibles doit être différente pour à peu près tous les éléments colorants.

On conçoit donc sans peine qu'il y a des différences tranchées entre tous les fondants. Elles tiennent à la composition des matières fusibles qu'on emploie dans leur préparation, et aux proportions dans lesquelles on les mélange.

Nous prendrons, comme exemple, les couleurs tendres de porcelaine dure et parce que ce sont les plus nombreuses, et parce qu'elles peuvent servir de point de départ facile et simple pour les couleurs applicables à la décoration des autres poteries.

Les matières qui entrent dans la composition des fondants sont :

1°. Le sable ou quartz ;
2°. Le feldspath ;
3°. Le borax et l'acide borique ;
4°. Le nitre ;
5°. Le carbonate de potasse ;
6°. Le carbonate de soude ;
7°. Le minium et la litharge ;
8°. L'oxyde de bismuth.

Nous avons déjà parlé de toutes ces substances qui entrent, comme parties fusibles, soit dans les pâtes céramiques, soit dans les glaçures de ces pâtes ; on n'y reviendra donc pas.

Quelque variées que puissent être les proportions dans lesquelles on pourrait combiner les substances que nous venons d'énumérer pour obtenir des composés plus ou moins fusibles, les conditions variées qui limitent le nombre des couleurs vitrifiables, limitent sensiblement aussi le nombre de ces fondants ; et l'on comprend que les fondants convenables doivent être peu nombreux. D'ailleurs les couleurs qui servent à décorer le même excipient doivent se mêler ensemble, et cette condition est surtout indispensable pour la peinture sur porcelaine.

Mélangées en toutes proportions pour produire les tons variés à l'infini dont l'artiste a besoin, ces couleurs doivent porter chacune la nuance qui lui est propre, et cette considération, comme nous l'avons déjà dit, fait proscrire ou du moins réserver pour des cas particuliers fort rares l'emploi de certains oxydes.

Cette même considération peut et doit s'appliquer aux fondants dont l'action énergique a tant d'influence, comme on le présume, sur la nuance et même sur le ton que prend un même principe colorant.

La présence du borax, ou de l'oxyde de plomb, ou du sable nécessaire pour aviver la richesse d'une couleur, s'oppose au contraire au développement du ton de plusieurs autres.

L'étude des fondants se réduit à celle de sept composés, tous employés comme principes fusibles dans la préparation des couleurs de porcelaine dure, et pouvant entrer comme fondants, avec quelques légères modifications, dans les couleurs de porcelaine tendre, des faïences fines et communes, etc.

Ces fondants principaux sont nommés dans l'industrie des couleurs vitrifiables. Nous leur donnerons des numéros d'ordre pour les faire figurer d'une manière très-brève dans les dosages que nous donnerons plus loin. Ce sont :

1°. Le fondant aux rouges, n° 1;
2°. Le fondant aux gris, n° 2;
3°. Le fondant de carmin, n° 3;
4°. Le fondant de pourpre, n° 4;
5°. Le fondant de violet, n° 5;
6°. Le fondant de bleus, n° 6.

Ce sera plus souvent sous leur numéro que sous leur nom que nous les désignerons.

Fondant n° 1. — On fond :

Sable....................	200
Minium..................	600
Borax fondu..............	100

On coule, quand tout est fondu, et l'on pile dans un mortier de porcelaine. Voici quelques détails sur cette préparation :

On mêle bien ces trois matières, et on fond dans un fourneau qui donne un bon coup de feu : la masse se trouve convertie en un vert jaune-verdâtre, si le minium ou la litharge dont on s'est servi ne contient que très-peu de cuivre. C'est un silicate de protoxyde de plomb.

Quelques fabricants fondent le mélange du sable de minium et de borax dans un creuset qu'ils exposent pendant toute la durée de la cuisson à la température du dégourdi des fours à porcelaine. Après le défournement, ils cassent le creuset pour en retirer le fondant; c'est une mauvaise méthode. Exposé longtemps à la chaleur, sous l'influence des vapeurs humides ou réductives, le fondant perd de l'oxyde de plomb et devient plus dur; il subit en outre l'action du creuset, qui lui cède de l'alumine et de la silice, ce qui le durcit encore. Je préfère lui conserver sa composition et sa fusibilité intactes en le fondant rapidement. On le coule sur une plaque de métal aussitôt que la fusion est complète.

Fondant n° 2. — On fond comme précédemment le même mélange, mais on triture dans un mortier de fer.

On fond ces mélanges dans un creuset de terre, dans un bon

fourneau; on coule. Les observations que nous avons faites au sujet du fondant n° 1 s'appliquent encore à celui-ci.

Fondant n° 3. — Il sert pour les carmins.

On fond le mélange suivant :

Borax	500
Sable	300
Minium	100

On ne coule pas; on retire avec les pinces : la matière fondue est blanchâtre et opaline.

Fondant n° 4. — Pour les pourpres.

On fond et on retire avec les pinces comme plus haut :

Borax	600
Sable	400
Minium	300

Fondant n° 5. — Pour les violets.

On fait fondre après trituration :

Sable	100
Minium	400
Acide borique cristallisé	400

Le verre qui résulte de cette fonte est très-fusible.

Fondant n° 6. — Pour les rouges et les bleus.

On fond :

Minium	600
Acide borique cristallisé	300
Sable	100

Ce fondant est assez fusible.

Quelques praticiens recommandent de couler dans l'eau ces différents fondants; c'est une précaution qui ne peut être que nuisible : elle enlève certainement du borax au fondant et ne peut l'améliorer sous aucun rapport.

Nous avons déjà dit que les oxydes ne supportaient pas tous également bien une température élevée. De là des distinctions essentielles entre les couleurs vitrifiables. Nous avons vu que celles qui peuvent résister sans altération à la température nécessaire pour cuire les vernis, émaux ou couvertes des poteries, s'appellent

couleurs au grand feu. Elles sont d'autant moins nombreuses, que les glaçures doivent cuire à une température plus élevée. Nous ne devons pas oublier qu'un grand nombre de celles applicables sur les porcelaines dures, comme le bleu de cobalt, le vert de chrome, les bruns de fer, de manganèse et de chromate de fer, les jaunes obtenus avec l'oxyde de titane, les noirs d'urane, sont plutôt des émaux ou des oxydes que des couleurs proprement dites. Nous rappellerons aussi que d'une part les colorations de grand feu, mais de seconde température, destinées aux porcelaines tendres, que d'autre part les violets, les rouges et les bruns de manganèse, de cuivre et de fer, qui décorent quelques porcelaines de la Chine, ne sont encore que des émaux; il en est de même pour les faïences fines et communes, des jaunes d'antimoine, des bruns de manganèse, des verts de cuivre et des bleus de cobalt.

Nous voyons qu'en réalité les couleurs de grand feu, en tant qu'on les considère comme couleurs proprement dites, sont très-peu nombreuses. On trouve ces dernières en plus grande quantité parmi les couleurs qui ne pourraient supporter une très-haute température sans éprouver de grandes altérations, et qui pour cela doivent être fondues à une température beaucoup inférieure à celle des précédentes; le maximum n'atteint pas le degré de fusion de l'argent fin; elles portent le nom de *couleurs de moufle* pour les porcelaines et les faïences fines, et de *couleurs de réverbère* pour la faïence émaillée. On conçoit dans cette dernière série la possibilité d'en avoir de toutes les nuances pour toutes les sortes de peintures et de glaçures.

Les couleurs au grand feu prises dans leur ensemble, émaux et couleurs proprement dites, ont sur les couleurs de moufle un grand avantage, c'est celui de pouvoir recevoir, sans se ramollir, la dorure dont on veut les rehausser. Cette considération a dirigé des essais dont le succès a été complet et qui ont ajouté à la palette une série de couleurs de tons plus variés que ceux des couleurs au grand feu; on les a nommées couleurs de demi-grand feu ou couleurs de moufle dures. Ces couleurs se glacent au moufle, mais à une température bien plus élevée que les couleurs à peindre qu'on désigne sous le nom de couleurs de moufle tendres. Ces couleurs, une fois cuites, peuvent recevoir d'autres couleurs, la dorure brunie, le platinage, etc., sans qu'on soit obligé, comme pour les couleurs tendres, d'enlever au grattoir la couleur qui fait le fond : ce qui

était très-long et rendait très-difficiles et très-chères les dorures ou ornements sur fond de couleur tendre.

Préparation des couleurs. — Lorsque, par les procédés que nous avons détaillés, on s'est procuré d'une part les oxydes, de l'autre les fondants, il faut composer la couleur et la rendre propre à l'emploi. On la prépare par le mélange, en proportions déterminées, des oxydes ou principes colorants, avec le fondant qui doit les faire adhérer. Quelquefois, mais en apparence seulement, on opère différemment; alors les procédés dont on se sert sont complexes, il est vrai, mais économiques en temps et en dépenses : ils permettent d'accomplir simultanément deux opérations distinctes qu'il est facile de séparer par la pensée, d'abord la préparation de l'oxyde, principe colorant, puis le mélange de ce principe avec la composition fusible qui doit le fixer et le faire glacer. Ainsi lorsqu'on met dans un creuset du minium, du sable, du borax et de l'antimoniate de potasse, on fait en même temps du jaune de Naples et du fondant. On les fait ensemble, simultanément; on pourrait les faire isolément, puis les mêler, et la couleur n'en serait ni moins belle ni moins bonne. Le premier procédé est économique et court; le second serait plus dispendieux et plus long.

Dans la pratique on abrége toutes ces préparations; on fait usage de procédés mixtes qui sont variables avec les matériaux qui composent la couleur.

Considérées sous le rapport des procédés mis en usage pour les fabriquer, les couleurs pourraient être divisées en trois groupes :

1°. Les couleurs qui ne fondent pas;

2°. Les couleurs qui se fondent;

3°. Les couleurs qui se frittent.

1°. Les couleurs qui ne se fondent pas sont celles qui, comme les couleurs fournies par l'oxyde de fer et l'oxyde de chrome, ont à l'emploi le ton qu'elles doivent avoir, ou qui, comme les couleurs tirées de l'or, ne supporteraient pas cette fusion préalable sans s'altérer; les oxydes se mêlent seulement aux fondants.

2°. Les couleurs qui se fondent sont celles dans la composition desquelles entrent des oxydes qui seuls n'ont pas de couleur et qui ne sont colorés qu'à l'état de sels, c'est-à-dire en combinaison, soit avec la silice, comme le cobalt et le cuivre, soit avec le plomb, comme l'antimoine. Les verts de cuivre, les bleus de cobalt et les

jaunes d'antimoine sont dans ce cas; on mêle les oxydes avec les fondants et on fond à une température variable pour chaque couleur afin de déterminer la combinaison colorée.

3°. Les couleurs qui se frittent seulement sont celles qui n'ont pas le ton à l'emploi; l'oxyde, comme dans le cas qui précède, n'a pas le ton qu'il doit conserver, mais la température de la fusion serait trop élevée: cette fusion préalable changerait la nuance qui doit avoir la couleur. On mêle l'oxyde avec du fondant et l'on élève la température graduellement, seulement pour ramollir la surface. Ce sont peut-être les couleurs les plus délicates à faire.

Toute couleur doit à l'usage être considérée sous deux points de vue très-importants :

1°. Le ton, la nuance même qu'elle doit présenter après la cuisson, et dont il faut la rapprocher autant que possible avant d'être cuite;

2°. La propriété de pouvoir former avec d'autres couleurs appropriées, des mélanges qui doivent conserver ou prendre au feu les nuances qu'on veut avoir.

Cette dernière qualité, sans laquelle il serait impossible de faire de la peinture d'art, dépend uniquement de la pureté des corps qui entrent dans la composition ou le mélange de ces corps pour faire la couleur. Une fois que des couleurs par leur association en proportions sensiblement les mêmes, auront donné au feu, dans certaines limites de température, un ton ou une nuance voulue, elles donneront constamment la même; c'est donc à remplir ces conditions de pureté, de proportions bien déterminées, que doivent tendre les recherches et la science du chimiste chargé de les préparer.

Outre ces deux premières conditions, il faut que les couleurs possèdent une troisième qualité non moins importante, celle d'être glacées et de ne point écailler lorsque, mises à une épaisseur convenable, elles seront cuites à la température qui leur convient. Les couleurs qui se frittent peuvent souvent offrir des teintes assez éloignées les unes des autres dans deux préparations différentes; c'est la température seule qui leur donne leur ton, et nous savons qu'il est très-difficile de la régler. Quand une couleur de cette nature n'a pas la nuance voulue, il est possible de la corriger, soit par des additions de couleurs qui, par leur mélange, la ramènent

au ton désiré, soit par des additions de couleurs faites avec la même recette, mais péchant par le défaut contraire; le premier moyen doit être rejeté toutes les fois qu'il s'agira d'une couleur à mêler : il est bon tout au plus pour des couleurs de fond. La couleur ainsi corrigée perd sa composition, et c'est d'elle que dépendent ses bonnes qualités dans la peinture. Elle ne peut plus servir qu'employée sans mélange, comme couleur pour fond. Quant au second procédé, il ne saurait modifier les propriétés des couleurs; sous ce rapport la composition reste constante, identique, et la couleur conserve ses propriétés fondamentales. C'est un moyen que nous avons employé avec avantage dans la plupart des cas.

Dosage des couleurs. — Nous allons donner maintenant, à titre d'exemple, les procédés à l'aide desquels on prépare chaque couleur pour la porcelaine dure. Ils servent journellement à la manufacture de Sèvres. Ces recettes sont en quelque sorte réduites à leur plus simple expression. Il sera facile d'en déduire la composition des couleurs de porcelaine tendre et de faïence fine; en effet, les bleus et les jaunes vont également bien sur la plupart des poteries, et pour les autres couleurs, il suffit de mettre un peu moins de fondant lorsque les glaçures sont plus fusibles et ramollissables.

Mais avant d'exposer cette fabrication, nous croyons devoir présenter ici la classification des couleurs, d'après la théorie de M. Chevreul.

Classification des couleurs. — On doit à M. Chevreul une méthode nouvelle de déterminer et de définir les couleurs, et nous ne sommes probablement pas éloignés du moment où cette nomenclature précise prévaudra non-seulement dans la science, mais même dans l'industrie, sur toutes les dénominations arbitraires en usage dans les laboratoires et dans les ateliers.

Dans cette méthode, toutes les couleurs sont rapportées à des types invariables, disposés dans un certain ordre, composant ce que M. Chevreul appelle *la construction chromatique hémisphérique*.

Toute couleur, quelle qu'elle soit, est simple ou composée, franche ou éteinte, c'est-à-dire *pure* ou *rompue* comme on le dit en peinture, *vive* ou *rabattue* comme on le dit en teinture. Voyons comment on parvient, à l'aide de la construction chromatique hémisphérique, à comparer et à définir les couleurs et les modifi-

cations qu'elles reçoivent, soit de la lumière ou de l'ombre, soit du blanc ou du noir.

Supposons un cercle ; partageons-le en trois parties égales par trois rayons. A l'extrémité de l'un quelconque de ces trois rayons écrivons *rouge*, à l'extrémité du rayon de droite écrivons *jaune*, enfin à l'extrémité de celui de gauche écrivons *bleu*. Partageons encore également chacun des intervalles ainsi formés par de nouveaux rayons et inscrivons *orangé* entre le rouge et le jaune, *vert* entre le jaune et le bleu, *violet* enfin entre le bleu et le rouge. Partageons également par des rayons chacun des six espaces obtenus ; nous aurons entre le rouge et l'orangé le *rouge orangé*, entre l'orangé et le jaune l'*orangé jaune*, entre le jaune et le vert le *jaune vert*, entre le vert et le bleu le *vert bleu*, entre le bleu et le violet le *bleu violet*, et entre le violet et le rouge le *violet rouge*. Nous divisons alors chacun des intervalles ainsi formés en six parties égales, par exemple, en allant du rouge au jaune, et nous remplissons la première à partir du rayon sécant rouge par du rouge, les cinq autres par des mélanges convenablement composés de rouge et de jaune, pour permettre le passage insensible et toujours par équidistances d'une couleur à sa voisine, les cinq espaces en question prenant les noms de premier rouge, deuxième rouge, troisième rouge, quatrième rouge, cinquième rouge, et ainsi de suite pour les autres.

Le cercle primitif se trouve donc formé par soixante-douze parties angulaires égales, ayant toutes leur angle le plus aigu sur le centre du cercle, et invariablement dénommées. On conçoit que toute couleur, simple ou composée, mais pure, franche, c'est-à-dire sans mélange de gris, se trouvera forcément correspondre à l'un quelconque des soixante-douze types primitifs, si elle n'est pas comprise entre deux types consécutifs.

Mais toutes les couleurs pures ne sont pas également intenses ; la puissance de la coloration peut être atténuée par du blanc. La hauteur sera indiquée par la distance de cette couleur au centre du cercle, et voici comment. On a marqué sur l'un quelconque des rayons qui séparent les soixante-douze nuances vingt points également espacés, et par ces vingt points, on fait passer vingt circonférences qui divisent en vingt et un espaces toutes les bandes angulaires correspondant aux soixante-douze nuances. Pour rem-

plir chacune de ces divisions, on suppose chacune des nuances dégradées de telle façon que, le centre étant blanc, le premier espace est légèrement teinté, le deuxième un peu plus, le troisième encore davantage, jusqu'au dernier ou vingtième, qui est près du noir. Toutes ces couleurs dégradées sont encore également équivalentes au point de vue de l'effet qu'elles produisent sur l'œil. L'ensemble de la dégradation s'appelle *gamme* ou *dégradation;* les parties de cette gamme se nomment *tons*. Le ton compris entre la première et la deuxième circonférence se nomme le *premier ton,* celui entre la deuxième et la troisième circonférence se nomme le *deuxième ton,* et ainsi de suite.

Les couleurs rabattues sont de même définies au moyen de *types* ou de *normes* qui s'établissent avec non moins de facilité. Supposons, en effet, qu'on ait placé sur chacune des gammes préparées dans le cercle chromatique, comme nous venons de l'indiquer, un quart de cercle perpendiculaire au plan du cercle, ayant même centre, sur lequel sont tracées des circonférences en nombre égal et de même rayon que celles qui délimitent les tons de toutes les gammes. Supposons aussi que ce quart de cercle soit partagé en dix parties égales par des rayons équidistants. On obtient pour tous les tons de chaque gamme dix espaces qu'on remplit du ton qui leur correspond, modifié pour le premier par $\frac{1}{10}$ de noir, pour le second par $\frac{2}{10}$ de noir, pour le troisième par $\frac{3}{10}$ de noir, et ainsi de suite jusqu'au dernier ou $\frac{10}{10}$, ce qui forme la dégradation du noir; cette dégradation donne vingt gris normaux, le noir étant le vingt et unième ton.

Pour l'exécution pratique de la construction chromatique hémisphérique, on la réduit en dix cercles chromatiques. Le premier cercle chromatique comprend toutes les gammes pures et franches, depuis le ton qui présente la couleur la plus intense jusqu'au ton le plus voisin du blanc; le deuxième cercle chromatique contient toutes les gammes rabattues par $\frac{1}{10}$ de noir; le troisième renferme les gammes rabattues par $\frac{2}{10}$ de noir, et ainsi de suite.

Cela posé, veut-on définir et dénommer une couleur donnée? S'il s'agit d'une couleur franche, nous examinerons sur la table des couleurs franches à quelle gamme elle peut appartenir, si elle est simple, rouge, jaune ou bleue; si elle est composée, nous chercherons avec quelle gamme elle se confond. La gamme trouvée, on

déterminera facilement le ton conforme à l'échantillon, en parcourant cette gamme depuis le ton le plus clair jusqu'au ton le plus foncé. Enfin, si la couleur est rabattue, nous la déterminerons avec la même facilité, en comparant l'échantillon avec les premier, deuxième, troisième, quatrième, dixième cercles; on verra ainsi quelle est la fraction de noir qui la rabat.

On comprend tout de suite que la première condition à laquelle doit satisfaire la table chromatique typique, c'est d'être complétement inaltérable; la seconde, c'est de pouvoir être établie partout avec une concordance parfaite.

Or, pour répondre à la première condition, il n'y a guère jusqu'à ce jour que les couleurs vitrifiées qui puissent présenter un ensemble suffisant de couleurs durables. Les essais de coloration que j'ai faits à Sèvres pour établir le premier cercle chromatique de M. Chevreul démontrent qu'il est possible aujourd'hui, avec les seules ressources du peintre de porcelaine, de faire soixante et une gammes des soixante-douze dont se compose la table. Les douze nuances comprenant les troisième, quatrième, cinquième violet rouge, le rouge, les premier, deuxième, troisième, quatrième et cinquième rouges, le rouge orangé, le premier et le deuxième rouge orangé n'ont pu, jusqu'à ce jour, être faits en couleurs vitrifiables. C'est une lacune qu'il est difficile de combler aujourd'hui, mais c'est la seule.

Quant à l'établissement et à la reproduction de la table, en quelque lieu que ce soit, les bases qui précèdent étant établies, M. Chevreul les a rendus possibles à l'aide de la détermination exacte de quelques couleurs invariables qui se retrouvent partout avec leur intensité comme avec leur pureté; ces couleurs sont prises dans le spectre solaire. De plus, il a facilité ce travail en dénommant, d'après sa méthode, des corps chimiquement purs qu'il est facile de retrouver ou de transporter partout.

Synthèse des couleurs pour porcelaine dure. — Le détail des procédés à l'aide desquels on prépare toutes les couleurs pour peindre ne saurait trouver sa place ici. Nous en avons choisi les principales; nous commencerons par les blancs. En parlant des couleurs, nous avons indiqué la modification à leur faire subir pour les rendre propres à la porcelaine tendre.

Blancs. — Les blancs ont pour base l'oxyde d'étain, l'acide ar-

sénieux ou le phosphate de chaux des os. On modifie le blanc d'émail des faïences communes par une addition de nitre ou de minium.

Gris. — Les gris sont généralement des mélanges d'oxydes de fer et de cobalt ; on les fait quelquefois par les mélanges de couleurs.

Gris n° 1. — On mélange au mortier de porcelaine :

Noir n° 2.	100
Gris n° 2	100
Bleu n° 4	200

Si le ton n'est pas tout à fait assez bleu, on ajoute un peu de bleu n° 4 après essai.

Gris n° 2. — On fait fondre :

Fondant n° 6	88
Carbonate de cobalt	8
Oxyde de fer jaune	4

On fond à une faible chaleur ; on retire avec les pinces.

Gris n° 3. — On mélange sur la glace :

Jaune n° 4	600
Rouge n° 6	100
Rouge n° 7	100
Fondant n° 2	600
Jaune n° 2	10
Bleu n° 2	150

Gris n° 4. — On mélange les proportions indiquées ci-dessus pour le gris n° 3, avec la précaution de remplacer le rouge n° 6 par le rouge n° 1.

Gris n° 5. — On mélange les quatre substances qui suivent :

Jaune n° 4	1000
Fondant n° 6	700
Gris n° 2	700
Bleu n° 2	300

Il faut ajouter aux recettes indiquées comme pouvant fournir du gris, le platine métallique. J'ai appelé depuis quelques années l'attention des chimistes sur l'emploi de ce corps, que son infu-

sibilité, son inaltérabilité sous l'influence de la plupart des agents chimiques, même à une température élevée, auraient dû déjà recommander.

Lorsque l'on mélange à 1 partie de platine en poudre, 3 parties de fondant composé de minium 3, sable 1, borax fondu $\frac{1}{2}$, on obtient un gris d'un ton fin, des meilleures qualités pour la peinture sur porcelaine et dont il est facile de comprendre la supériorité sur les autres gris employés jusqu'à ce jour.

Une expérience bien simple met du reste en évidence les résultats que j'émets ici : sur une plaque de porcelaine dure, blanche, on applique un fond de couleur bleue, étendue sous forme de bande, on fait cuire ; en travers, on applique une nouvelle couche de couleur rouge également en bande, et l'on fait cuire de nouveau ; après la cuisson, les parties isolées des bandes sont bleues ou rouges, mais la surface où les bandes se croisent et sont superposées est d'un gris qui peut aller jusqu'au noir en intensité, et qui ne participe ni du ton bleu, ni du ton rouge. Le résultat est le même, quelle que soit la couche appliquée la première ; la nuance varie suivant l'épaisseur des bandes et le feu auquel elles ont été cuites.

Toutes les fois que des oxydes de fer et de cobalt, ou de cobalt, de fer, de manganèse ou de cuivre, se trouvent en présence, en quantité un peu notable, en contact avec une matière siliceuse capable de se fondre à la température à laquelle on l'expose, la couleur du composé multiple qui résulte de la fusion est noire, que l'oxyde de cobalt soit à l'état bleu ou non, que le fer soit rouge ou brun dans le mélange primitif. Cette proposition est vraie, même pour les températures élevées des fours à cristaux, comme pour celles plus élevées encore des fours de verrerie.

Cest sur ces réactions connues de tous les chimistes, qu'est fondée la préparation des gris et des noirs généralement employés pour peindre les porcelaines dures et tendres, les cristaux, les verres, etc. On en varie la nuance et l'intensité en variant les proportions respectives des oxydes de cobalt, de fer, de zinc, et en augmentant la proportion du fondant dit *au gris* dont j'ai donné la composition plus haut, pour atténuer le ton et la couleur, pour obtenir des gris de plus en plus clairs.

Or les bleus se font avec des oxydes de cobalt et de zinc, et

ces couleurs sont d'autant plus vives, que les oxydes employés renferment moins d'oxyde de fer.

Les rouges sont fournis par l'oxyde de fer, les ocres par l'oxyde de fer et l'oxyde de zinc, et ces nuances sont d'autant plus pures, que les oxydes de fer et de zinc sont eux-mêmes plus dépouillés d'oxydes étrangers, comme ceux de cuivre et de manganèse.

Il est donc bien évident que, lorsque l'artiste veut rompre du bleu, du rouge ou de l'ocre, et qu'il y mêle du gris ou du noir que met à sa disposition la palette actuelle, il fait un mélange, dans des proportions qu'il ignore, d'oxyde de fer, de cobalt et de zinc, dont la couleur est noire et dont il ne peut prévoir ni l'intensité ni la nuance qu'avec une très-grande habitude; et d'ailleurs, comme le ton après la cuisson n'est nullement celui qu'il a appliqué sur sa peinture, puisque le ton bleuâtre et le ton rouge sont altérés et peuvent même disparaître entièrement, il ne peut donner à sa peinture crue l'aspect qu'elle prendra quand le vernis sera développé par le feu. Il faut que le peintre travaille au jugé, qu'il mette son œuvre en harmonie en voyant sa peinture, non comme elle est réellement, mais telle que la cuisson doit la faire devenir.

C'est là un inconvénient, un inconvénient fort grave, surtout dans la peinture des figures, dans la reproduction sur porcelaine des tableaux des grands maîtres, où il importe d'arriver à la dernière perfection.

Le gris de platine n'offre aucun de ces inconvénients ; comme il ne renferme pas d'oxyde de cobalt, il peut très-bien servir à rompre les rouges et les ocres sans qu'on ait à craindre qu'il communique aux ombres, par l'effet de la cuisson, une trop grande vigueur. Comme il ne contient pas d'oxyde de fer, on ne doit pas craindre qu'en le mélangeant avec les bleus, il les fasse noircir au delà de ce qu'on veut obtenir; il n'entre dans le mélange que pour le ton qui lui est propre, et qu'il conserve avant comme après la cuisson.

Considéré sous le rapport de sa fabrication, c'est une couleur facile à faire et à reproduire, toujours identique comme composition et comme nuance. On prépare facilement le platine en poudre; il suffit de précipiter une solution de chlorure de platine par du sel ammoniac en excès, et de chauffer jusqu'à évaporation complète de ce dernier sel : on obtient ainsi le platine en poudre

grise, qu'on peut mêler immédiatement au fondant dans la proportion indiquée plus haut, et qui se laisse facilement broyer.

Le platine n'est pas le seul métal qui, employé dans ce sens, fournirait une couleur utile. Tous les métaux qui l'accompagnent ordinairement dans sa mine pourraient, comme lui, réduits en mousse, servir au même usage et avec la même supériorité sur les gris composés de cobalt et de fer.

J'ai, dans ce but, essayé le palladium et le ruthénium. Le palladium donne un gris plus pâle; le ruthénium, un gris plus roux que celui de platine.

Depuis longtemps déjà, M. Frick avait indiqué l'usage du sesquioxyde d'iridium comme pouvant fournir un noir supérieur à tous les noirs connus. M. Malaguti, à la manufacture nationale de Sèvres, a vérifié les données de M. Frick; M. L. Robert en fit, plus tard, une petite quantité, et moi-même, en 1845, j'avais livré pour le service de Sèvres une centaine de grammes de gris d'iridium, dont les qualités purent être mises en relief par un usage journalier.

Le gris de platine est appelé à remplacer avantageusement ce dernier. Son prix est moins élevé, sa nuance plus agréable, et sa préparation moins difficile. Il est aussi beaucoup plus répandu, et depuis un an environ qu'on s'en sert, l'expérience a pu faire prononcer sur sa véritable valeur. Aussi est-il entré définitivement dans la palette de la manufacture de Sèvres; il est inscrit sous le n° 9, P.

Noir n° 1. — On mélange les dissolutions provenant de l'attaque par l'acide chlorhydrique de 400 fer et 400 cobalt oxydé. On précipite par le carbonate de soude, on lave longtemps; quand tout est brun, on fait sécher, on pulvérise, puis on calcine dans un têt à rôtir avec deux fois son poids de sel. On lave à l'eau bouillante et on sèche; on calcine à un fort feu, on prend l'oxyde noir ainsi préparé, on y ajoute :

Fondant n° 6..............	400
Fondant n° 2..............	400
Oxyde à noir ci-dessus......	250
Bleu n° 2..................	50

Noir n° 2. — On mélange un oxyde fait comme plus haut en

prenant : fer métallique 400, oxyde de cobalt 200, savoir :

Fondant n° 6	500
Oxyde à noir	100

Bleus. — Pour faire les bleus, je fais d'abord une fonte dans laquelle je développe la teinte de l'oxyde de cobalt. Pour les bleus rappelant la teinte de l'indigo, le silicate de cobalt est avivé par l'oxyde de manganèse ; pour les autres bleus, sa nuance est azurée par l'oxyde de zinc.

Bleu n° 1. — On fait une fonte que nous appellerons A :

Sable	50
Minium	50
Carbonate de soude sec	12
Carbonate de potasse sec	15
Oxyde noir de cobalt	6
Carbonate de manganèse	4
Nitrate de potasse	6

On fond tant qu'il y a bouillonnement, on coule et on mêle :

Fonte A	100
Bleu n° 2	500

On mélange au mortier sans refondre.

Bleu n° 2. — On mélange et on fond :

Fleurs de zinc	40
Carbonate de cobalt	20
Fondant n° 1	100

Nous appellerons cette fonte B.

On fait le mélange suivant :

Fonte B	200
Fondant n° 1	100

On triture sans fondre.

Bleu n° 3. — On mélange au mortier :

Fonte B	200
Fondant n° 1	200

On triture sans fondre.

Bleu n° 4. — On mélange au mortier :

Fonte B	100
Fondant n° 1	600

On triture sans fondre.

Bleu n° 5. — On mélange sans fondre :

Fonte B	100
Fondant n° 1	1000

On triture sans fondre.

JAUNES. — On se sert pour les jaunes d'oxyde d'antimoine qu'on allie aux oxydes de fer ou de zinc. On fait un jaune très-foncé par l'oxyde d'urane.

Jaune n° 1.

Oxyde jaune d'urane	100
Fondant n° 6	300

On triture sans fondre.

Jaune n° 2. — On fond à un feu modéré :

Minium	420
Acide borique cristallisé	90
Sable	120
Antimoine diaphorétique	120
Oxyde rouge de fer	30

Jaune n° 3. — On mélange et on fait fondre :

Minium	420
Acide borique cristallisé	90
Sable	120
Antimoine diaphorétique	120
Fleurs de zinc	30

On fond légèrement et l'on retire avec les pinces comme pour le jaune n° 2.

Jaune n° 4. — On fond à l'état de verre bouteille le mélange suivant :

Fondant n° 2	880 —	84
Fleurs de zinc	35 —	4
Oxyde de fer hydraté jaune	70 —	8
Antimoine diaphorétique	15 —	4

On pile après avoir coulé le verre bien liquide.

COULEURS D'OR. — Ces couleurs sont obtenues par le pourpre de Cassius; on connaît le carmin, le pourpre et le violet.

Carmin n° 1. — Il faut pour faire cette couleur broyer sur une glace du pourpre de Cassius humide, un peu de chlorure d'argent et des fondants, environ trois fois le précipité d'or. On fait l'essai du mélange qu'on corrige par tâtonnements.

Carmin n° 2. — Cette couleur est le carmin tendre anglais; on l'obtient avec le pourpre de Cassius et le fondant de carmin modifié contenant :

Sable	40
Borax	30
Minium	30

Pourpre n° 1. — On mélange au mortier parties égales de carmin n° 1 et de pourpre n° 2, savoir :

Carmin n° 1	100
Pourpre n° 2	100

On triture sans fondre.

Pourpre n° 2. — On suit les indications précises données plus haut pour faire le carmin, mais on se sert du fondant indiqué sous le n° 4. Il faut un peu de chlorure d'argent. On ne peut faire cette couleur que par tâtonnements; on essaye, et si la couleur est bonne, on la fait sécher, puis on la renferme dans un bocal bien sec.

Violet n° 1. — On fait encore un mélange sur la glace de pourpre de Cassius et de fondant environ volumes égaux. On remplace le fondant de pourpre par celui donné sous le n° 5 dans la série des fondants. On n'ajoute ni bleu ni chlorure d'argent. On essaye la couleur humide.

OUTREMER. — L'alumine donne avec l'oxyde de cobalt un bleu semblable au bleu Thenard, qui devient la base de ces belles couleurs.

Outremer n° 1. — On prépare un oxyde outremer en faisant dissoudre dans l'acide azotique :

Hydrate d'alumine	30
Carbonate d'oxyde de cobalt	10

On évapore à sec, on triture, puis on calcine. La trituration ne

doit pas amener à l'état de poudre le mélange d'alumine et d'oxyde de cobalt desséché : il reste granulé. La couleur de l'oxyde doit être d'un beau bleu, bien vif, sans trace de gris verdâtre.

On mélange au mortier :

Oxyde outremer	100
Fondant n° 6	250

On triture sans fondre.

Outremer n° 2. — On mélange sans fondre :

Oxyde outremer	100
Fondant n° 6	350

Ocres. — Les ocres conservent leur ton particulier par suite de la présence de l'oxyde de zinc qui semble remplacer l'eau de combinaison dans l'hydrate de peroxyde de fer.

Pour préparer les ocres, quel que soit leur ton, on prépare d'abord des oxydes en suivant exactement la marche que j'ai indiquée plus haut pour la préparation des oxydes propres à faire les noirs nos 1 et 2. J'abrége d'autant cette description en renvoyant aux détails donnés plus haut. J'indique seulement ici pour chacun de ces ocres les oxydes et métaux qu'on mélange pour obtenir l'oxyde colorant qui doit être rougi et passé au sel, puis lavé et séché ; j'indique ensuite les proportions dans lesquelles il faut mêler l'oxyde à son fondant.

Ocre n° 1. — On prépare l'oxyde en faisant dissoudre dans l'acide chlorhydrique :

Fer métallique	300
Zinc métallique	300
Oxyde de nickel	20

On prend ensuite :

Oxyde à ocre n° 1	100
Fondant n° 2	300

Ocre n° 2. — On prépare l'oxyde avec :

Fer métallique	300
Zinc métallique	300
Oxyde de nickel	10

On prend ensuite :

Oxyde à ocre n° 2	100
Fondant n° 2	300

Ocre n° 3. — On prépare l'oxyde avec :

Fer métallique	300
Zinc métallique	300

On prend ensuite l'oxyde et le fondant n° 2 :

Oxyde à ocre n° 3	100
Fondant n° 2	300

On triture sans fondre.

Ocre n° 4. — On triture sans fondre :

Oxyde à ocre n° 2	100
Fondant n° 2	400

Ocre n° 5. — On prépare l'oxyde avec :

Fer métallique	200
Zinc métallique	300

On prend ensuite pour les triturer sans fondre :

Oxyde à ocre n° 5	100
Fondant n° 2	400

Ocre n° 6. — On triture sans fondre :

Oxyde à ocre n° 5	100
Fondant n° 2	600

Rouges. — L'oxyde de fer qui sert à faire les rouges, quel que soit leur ton, provient de la couperose qu'on fait sécher et qu'on calcine à des feux d'autant plus élevés, qu'on veut préparer des rouges plus violacés.

Les couleurs rouges, tirées du fer, ont principalement excité mon attention, et j'ai cherché, par l'analyse, à déterminer leur composition ; il en est résulté que le rouge orangé est rendu plus fixe et plus vif par une addition à l'oxyde de fer ou d'oxyde de zinc ou d'alumine, et que les violets de fer doivent leur intensité et leur nuance bleuâtre à l'introduction d'une petite quantité d'oxyde de manganèse.

J'ai cherché pourquoi deux rouges différaient d'éclat, la pureté chimique étant la même. Je crois qu'on acceptera l'explication que j'ai proposée; la voici, elle s'applique aux autres couleurs :

La différence de nuance qu'acquiert l'oxyde de fer pur dépend de la température à laquelle on l'a porté. Toutes les nuances ne se maintiennent pas à la même hauteur ; plus la température est élevée, plus le ton est vigoureux : on sait que toutes les couleurs que prend l'oxyde de fer varient de l'orangé au violet, c'est-à-dire qu'elles peuvent se décomposer en jaune rouge et bleu, couleurs simples qui donnent du gris plus ou moins foncé suivant l'intensité des trois couleurs élémentaires. Plus la température est basse, plus il reste de jaune; plus elle est élevée, plus il s'ajoute de bleu.

Il me paraît évident, d'après cela, que la couleur sera d'autant plus pure, que l'oxyde qui la produit sera formé de molécules identiques par la modification qu'elles auront reçue d'une même température. La nuance sera donc d'une pureté parfaite si toutes les molécules ont reçu la température nécessaire pour la développer, si aucune n'a reçu un coup de feu capable de la modifier, ou trop faible qui laisserait du jaune, ou trop violent qui augmenterait la dose du bleu.

Le tour de main doit donc consister à ne composer la couleur que de particules d'oxyde ayant subi la même température. On parvient à ce résultat en n'opérant à la fois que sur de petites quantités et en agitant constamment la masse. On arrête le feu quand la température a été maintenue pendant un temps suffisant ; on essaye toutes les préparations successives, et on ne réunit que celles qui, au point de vue de la nuance, offrent un résultat identique, celles qui affectent la vue de la même manière ; et c'est ici qu'un œil bien exercé, bien sensible, est de première nécessité ; c'est ici que des études artistiques, même sérieuses, deviennent le complément indispensable de la science du chimiste : aussi M. Pannetier, qui, depuis longtemps et avec succès, s'était occupé de peinture, devait-il faire parvenir cette fabrication à une perfection inconnue jusqu'à lui.

Pour faire les rouges, on opère comme il est dit ici. La nuance varie, en raison du coup de feu que l'oxyde a reçu, du rouge capucine au rouge violâtre.

Rouge n° 1. — On triture sans fondre :

Oxyde de fer orangé........	100
Fondant n° 2...............	100
Fondant n° 6...............	300

Rouge n° 2. — On triture sans fondre :

Oxyde de fer capucine......	100
Fondant n° 2...............	100
Fondant n° 6...............	300

Rouge n° 3. — On triture sans fondre :

Oxyde de fer couleur de chair.	100
Fondant n° 2...............	100
Fondant n° 6...............	300

Ces trois rouges, ainsi que ceux qui suivent, durs ou tendres, ne doivent pas être fondus.

Rouge n° 4. — On triture sans fondre :

Oxyde de fer carminé.......	100
Fondant n° 2...............	100
Fondant n° 6...............	300

Rouge n° 5. — On triture sans fondre :

Oxyde de fer laqueux.......	100
Fondant n° 2...............	100
Fondant n° 6...............	300

Rouge n° 6. — On triture sans fondre :

Oxyde de fer violet pâle.....	100
Fondant n° 2...............	100
Fondant n° 6...............	300

Rouge n° 7. — On triture sans fondre :

Oxyde de fer violet.........	100
Fondant n° 2...............	100
Fondant n° 6...............	300

Rouge n° 8. — On triture sans fondre :

Oxyde de fer violet foncé....	100
Fondant n° 2...............	100
Fondant n° 6...............	300

Rouge tendre n° 1. — On triture sans fondre :

Oxyde de fer orangé........	100
Fondant n° 2..............	100
Fondant n° 6..............	800

Rouge tendre n° 2. — On triture sans fondre :

Oxyde de fer rouge capucine.	100
Fondant n° 2..............	100
Fondant n° 6..............	800

Rouge tendre n° 3. — On triture sans fondre :

Oxyde de fer couleur de chair.	100
Fondant n° 2..............	100
Fondant n° 6..............	800

Rouge tendre n° 4. — On triture sans fondre :

Oxyde de fer carminé.......	100
Fondant n° 2..............	100
Fondant n° 6..............	800

Bruns. — Les bruns, comme les ocres, sont formés par le mélange d'un fondant et d'un oxyde ; cet oxyde se prépare comme les oxydes pour les noirs et comme les oxydes pour les ocres. Je ne répète donc pas ici les procédés à suivre : je me borne à donner les dosages qu'il faut employer.

Brun n° 1. — On fait dissoudre, précipiter, etc. :

Fer métallique.............	300
Zinc métallique............	300
Oxyde de cobalt............	20

On triture ensuite sans fondre :

Oxyde à brun n° 1..........	100
Fondant n° 2..............	300

Brun n° 2. — On fait dissoudre, précipiter, etc. :

Fer métallique.............	400
Zinc métallique............	400
Oxyde de cobalt............	50

On triture ensuite sans fondre :

Oxyde à brun n° 2.........	100
Fondant n° 2..............	300

Brun n° 3. — On fait dissoudre, précipiter, etc. :

Fer métallique.............	400
Zinc métallique............	400
Oxyde de cobalt............	100

On triture ensuite sans fondre :

Oxyde à brun n° 3..........	100
Fondant n° 2..............	300

Brun n° 4. — On prépare un oxyde très-convenable en faisant dissoudre :

Fer métallique.............	300
Zinc métallique............	300
Oxyde de cobalt............	300

On triture ensuite sans fondre :

Oxyde à brun n° 4..........	100
Fondant n° 2..............	300

Verts. — On fait les verts en mélangeant à du fondant des oxydes verts de diverses nuances qui ont pour base l'oxyde de chrome modifié dans sa teinte par sa combinaison avec d'autres oxydes métalliques.

Je donnerai d'abord pour les verts la préparation de l'oxyde. L'oxyde fait est ensuite mêlé soit aux fondants, soit aux autres couleurs qui doivent en modifier la teinte. On suppose dans tout ce qui va suivre que l'oxyde de chrome a été préparé préalablement.

Vert n° 1. — On prépare l'oxyde à vert n° 1 en triturant longtemps à l'eau sur une glace, savoir :

Oxyde de chrome vert.....	200
Oxyde de cobalt carbonaté..	100
Alumine hydratée.........	200

On fait calciner à un fort feu, puis on lave; on fait sécher et on ajoute à l'oxyde ainsi préparé le fondant dans les proportions sui-

vantes :

Oxyde à vert n° 1	100
Fondant n° 4	150
Fondant n° 6	150

Vert n° 2. — On mélange ensemble du vert n° 1 et du jaune n° 3, savoir :

Vert n° 1	600
Jaune n° 3	400

On peut varier ces doses suivant le ton plus ou moins jaune qu'on désire obtenir.

Vert n° 3. — On fait un oxyde composé de :

Oxyde de chrome	200
Oxyde de cobalt carbonaté	100

on le calcine fortement; on le lave et on le fait sécher.

On fond ensuite le mélange suivant qu'on retire avec les pinces :

Oxyde à vert n° 3	75
Jaune n° 2	100
Fondant n° 6	300
Fondant rocaille	50

Vert n° 4. — On fait d'abord un oxyde vert foncé en calcinant à un fort feu, lavant et séchant le mélange fait sur la glace :

Oxyde de chrome vert	24
Hydrate d'alumine	8
Oxyde de cobalt noir	2
Oxyde de fer jaune	1

On mêle la substance verte ainsi obtenue :

Oxyde à vert n° 4	100
Fondant n° 6	300

Vert n° 5. — On fait, comme plus haut, un oxyde à vert composé de :

Oxyde de chrome vert	30
Alumine hydratée	10

On calcine, après avoir broyé sur la glace, à un fort feu. On

mêle alors avec soin le mélange suivant :

Oxyde à vert n° 5	100
Fondant n° 6	300
Jaune n° 3	50

On triture ; mais on ne fond pas.

Vert n° 6. — On mélange au mortier les proportions suivantes :

Vert n° 4	100
Jaune n° 2	50
Brun n° 3	100
Vert n° 1	50

On ne fond pas.

Vert n° 7. — On prépare d'abord un oxyde vert foncé en mélangeant et broyant sur la glace :

Oxyde de cobalt noir	100
Oxyde de chrome	100

calcinant à un fort feu et lavant.

On mêle ensuite cet oxyde, dans les proportions suivantes, avec le fondant :

Oxyde à vert n° 7	100
Fondant n° 6	300

On ne fond pas.

Vert n° 8. — On prépare, comme pour les autres verts, un oxyde en calcinant un mélange intime de :

Oxyde de chrome	200
Oxyde de cobalt noir	100
Oxyde de fer jaune	50

On lave après calcination, puis on mêle :

Oxyde à vert n° 8	100
Fondant n° 6	300

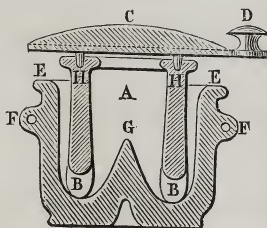
Lorsque la couleur est préparée, qu'elle a été reconnue de bonne qualité par deux ou trois essais faits dans des moufles isolés et dans différentes conditions d'épaisseur, de durée de feu, d'intensité de chaleur, il faut la mettre en état d'être employée. On commence par la broyer.

Trituration des couleurs. — La couleur ne peut être appliquée qu'à l'état de poudre impalpable. On commence par la concasser dans des mortiers en biscuit de porcelaine, qu'il est convenable de tenir très-propres et de réserver toujours autant que possible pour la même couleur. On concasse la matière avec un pilon qu'on recouvre d'une toile pour arrêter les éclats qui se trouveraient disséminés et perdus. On passe au tamis les poussières qu'on met de côté. On reprend les parties qui sont restées sur le tamis et qu'on nomme *mouchettes* par corruption de *mouchetures*.

Nous donnons ici le dessin d'un moulin analogue à ceux dont on se sert à la manufacture de Sèvres. On peut faire ces moulins en porcelaine, en verre, en cristal. Le cristal et le verre sont trop peu résistants; mais ils offrent l'avantage de ne pas beaucoup altérer la couleur.

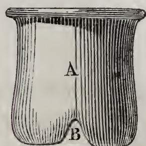
Moulins de porcelaine. — Les diverses parties qui composent ces moulins sont équivalentes à celles des tournants que nous avons étudiés dans la treizième Leçon ; une cuvette E reçoit la matière à broyer (*fig.* 460), en même temps qu'elle forme le fond sur lequel la matière devra s'écraser par suite du frottement de la meule. Le fond de la cuvette est relevé vers le centre G, de telle sorte qu'il forme une rigole annulaire dans laquelle s'accumule la matière à broyer; elle reçoit en même temps la meule elle-même A (*fig.* 461) qui affecte aussi la forme annulaire ou plutôt celle d'un cylindre creux renflé par le bas.

Fig. 460.



Une double échancrure B opère une sorte de remous qui force toutes les molécules à se présenter successivement sous l'action de la meule. La partie supérieure porte deux trous H dans lesquels s'engagent les tenons d'un plateau de bois qu'on peut surcharger de plomb C et qui porte un bouton de manivelle D par lequel on peut faire tourner la meule intérieure.

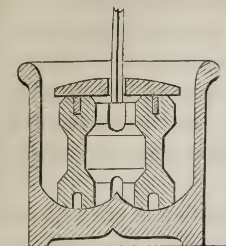
Fig. 461.



Quelque durs que soient ces moulins, ils s'usent toujours; aussi

a-t-on pris une disposition particulière qui permet de retourner la meule lorsqu'elle est usée et d'en doubler la durée. Les nouveaux moulins ont alors la forme ci-contre (*fig.* 462); on conçoit qu'il suffit de retourner la meule pour remplacer la partie hors de service.

Fig. 462.



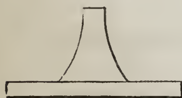
Les moulins peuvent être montés sur une table isolément ou réunis par douzaine sur un même palier. On les fait alors mouvoir mécaniquement en remplaçant la manivelle par des pignons engrenant avec des roues qui reçoivent leur mouvement d'un mécanisme commun.

Porphyrisation. — Quelque soin qu'on mette à broyer les couleurs au moulin, on ne peut arriver au broyage parfait, indispensable pour faire un travail de peinture soignée. On termine le broyage sur une glace au moyen de la molette.

Glaces. — Les glaces dont on se sert doivent satisfaire aux mêmes conditions que les moulins eux-mêmes; on les choisit en verre à glace; elles sont bien dressées, ordinairement carrées et d'assez grande épaisseur; il faut les choisir dépourvues de bulles, et apporter le plus grand soin à leur nettoyage; on les met en état de servir au broyage d'une couleur nouvelle en les employant au broyage de sable ou de feldspath déjà très-pulvérisé.

Molettes. — On se sert (*fig.* 463), pour porphyriser sur la glace, de molettes en verre dur ou en porcelaine; les plus dures sont évidemment les meilleures. On rejette les molettes de cristal qui s'usent trop facilement; il est certain, par exemple, que le carmin est altéré par le broyage lorsqu'on le pratique avec les molettes en cristal plombifère.

Fig. 463.



Couteaux. — On se sert de couteaux pour relever sur la glace la couleur broyée, soit afin de la ramener au centre de la glace pour continuer le broyage, soit afin de la mettre en réserve, lorsque la porphyrisation est complète.

Ces couteaux sont en corne, en acier, en ivoire; ils ont tous leurs inconvénients et leurs avantages. Il faut en général être très-sobre de leur emploi et n'en faire usage que lorsqu'on ne peut

agir autrement. On ramène au centre de la glace la couleur à broyer au moyen de la molette elle-même.

Les couteaux d'acier s'usent assez promptement; ils introduisent du fer dans les couleurs qui n'en doivent pas contenir, ils altèrent les couleurs : les couteaux de corne et d'ivoire doivent alors être préférés; c'est le cas des couleurs bleues par exemple; mais on trouve aux couteaux de corne et d'ivoire des inconvénients : ils s'usent promptement, et laissent un résidu de phosphate de chaux qui, s'il est en quantité sensible, s'oppose au glacé des couleurs.

Cuisson des couleurs. — Lorsque les pièces ont été décorées de couleurs, on les porte dans des fourneaux de formes particulières nommés *moufles;* c'est là que, soumis à la température convenable, les couleurs se fondent et prennent de l'adhérence avec les poteries sur la surface desquelles elles ont été déposées.

Ces moufles sont ordinairement des espèces de caisses dans les-

Fig. 464.

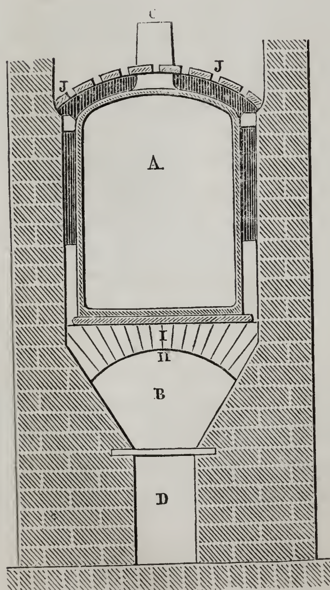
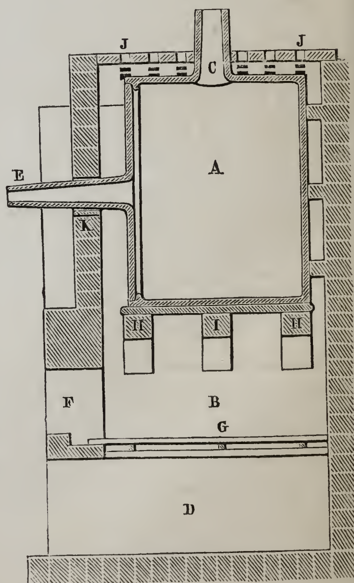


Fig. 465.



quelles on place les pièces à cuire, isolées les unes des autres par

des supports en porcelaine dégourdie ou mieux en biscuit, plus hautes que larges et profondes A (*fig.* 464 et 465); à la partie inférieure un foyer B reçoit un grille sur laquelle on fait du feu; généralement le bois est le combustible dont on fait usage. Un tuyau d'appel C réservé dans le milieu de la voûte du moufle donne issue pendant la cuisson aux produits de la combustion des essences qui ont servi de véhicules et de matières fixatives; il est important de les brûler facilement. Le cendrier D reçoit les cendres qu'on enlève après chaque cuisson. La porte du moufle, moulée d'une pièce avec la douille E, qui permet de quitter le feu, s'ajuste, lorsque l'emmouflement est complet, dans une feuillure réservée pour cet usage. On élève le mur K lorsque la porte est mise en place et que la terre avec laquelle on a luté toutes les fissures se trouve complétement ressuyée. Il est convenable pour éviter les accidents de chauffer le moufle avant l'emmouflement.

On évite les courants d'air froid qui pourraient casser les pièces en mettant à l'extrémité de la douille (*fig.* 466) un tuyau de tôle C dans lequel s'ajuste une petite trappe A glissant dans une coulisse D; des échancrures réservées dans la partie antérieure du tuyau (*fig.* 467) laissent toute liberté pour placer la tringle à laquelle est attachée la montre. La *fig.* 468 fait voir la trappe A dégagée de la coulisse et ses échancrures B réservées à la partie inférieure.

Fig. 466.

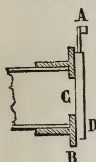


Fig. 467.

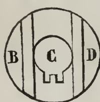
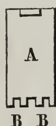


Fig. 468.



Les moufles que nous venons de décrire sont généralement accolés, c'est la disposition des moufles en France; on les réunit sur la même ligne disposés sous la même cheminée, et les murs sont maintenus par les mêmes ferrements. En Allemagne, cette disposition n'est pas adoptée partout et souvent les foyers sont latéraux, ainsi qu'on peut le voir sur les dessins ci-contre (*fig.* 469 et 470).

Montres. — On nomme *montres*, à Sèvres, de petites plaques de porcelaine A sur lesquelles on a couché de l'or D et du carmin (*fig.* 471); l'or indiquera, s'il commence à prendre de l'adhérence, que l'on approche de la température à laquelle la peinture serait trop cuite, et le carmin donne une échelle thermométrique assez exacte pour faire apprécier les diverses températures qu'il con-

vient d'atteindre. Les petites encoches C servent à maintenir solidement les montres sur les tringles au moyen desquelles on les fait pénétrer dans les moufles.

Fig. 469.

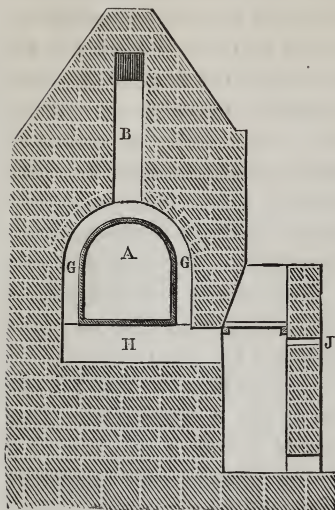
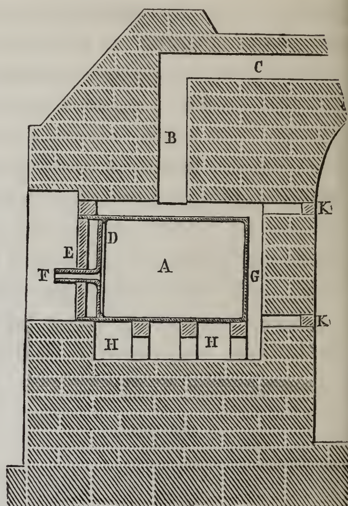


Fig. 470.



Lorsque les pièces sont placées dans le moufle, on chauffe modérément d'abord pour éviter la casse des objets à cuire, s'ils sont épais, ensuite on élève la température progressivement, et l'on finit par un feu pur et vif. Mais il faut être prêt à l'arrêter court pour qu'il ne dépasse pas le degré voulu par la nature des produits : cette considération a la plus grande importance lorsqu'il s'agit de peintures sur porcelaine. Pour maîtriser le feu dans le cas où la température monterait trop rapidement, on se réserve la facilité de retirer deux ou trois briques qui composent la porte; elles ont une poignée et s'engagent dans des ouvreaux carrés : le feu dure un temps variable avec la dimension du moufle, comme encore avec l'épaisseur et le volume des pièces qu'il s'agit de cuire; on laisse le refroidissement s'opérer lentement; on abat le mur, on enlève la porte, mais on ne doit retirer les pièces que lorsqu'on peut y mettre la main sans

Fig. 471.



éprouver une trop vive impression de chaleur, on évite aussi l'écaillage des couleurs. On n'a pas ce danger à redouter lorsqu'il ne s'agit que de la cuisson des dorures.

Lorsque les pièces démouflées doivent être terminées par l'application des dorures, on les brunit comme nous allons le voir, et s'il faut ajouter des peintures, on les porte dans les ateliers de peinture; elles y reçoivent la décoration qu'il faut cuire comme feu d'ébauche, et retoucher ensuite pour les cuire de nouveau une ou deux fois suivant les circonstances et le nombre de retouches qu'on leur applique. Ces feux de retouche sont ordinairement de plus en plus faibles; on distingue à Sèvres la série suivante, disposée du plus fort au plus faible :

1°. Le feu d'or mat dépassant la fusion de l'argent...	1000°
2°. Le feu de couleurs dures....................	950
3°. Le feu de filets d'or..........................	900
4°. Le premier feu de peinture ou feu d'ébauche.	800
5°. Le feu de première retouche................	700
6°. Le feu de seconde retouche..................	600
7°. Le feu d'or en coquille sur fond de moufle....	500

Le carmin varie de nuances avec ces mêmes feux: brun-rouge sale au premier degré, il se développe petit à petit en passant par le rouge brique, le rouge pourpre, le rose violâtre, pour arriver au ton presque entièrement violacé: ces différences sont surtout perceptibles dans les minces.

MÉTAUX.

Nous avons dit quelles étaient les conditions générales auxquelles les métaux devaient satisfaire dans la décoration des poteries: ces conditions limitent à l'or, au platine, à l'argent les métaux qu'il est possible d'employer aujourd'hui. Nous rappellerons qu'ils doivent être malléables, brillants, inaltérables sous les actions simultanées de l'air et du feu.

Il faut, pour que ces métaux soient applicables, qu'on sache les ramener à l'état de poudres impalpables, afin qu'on puisse les déposer sous forme de lignes ténues, représentant les objets variés que le décorateur veut apposer sur la pièce qu'il décore. Il est urgent aussi que la poudre soit d'un emploi facile, qui permette de

la coucher sous forme de lame mince, lorsqu'on veut faire un fond ou de larges filets.

C'est au moyen des précipités obtenus par voie chimique qu'on réussit à préparer ces métaux en poudre.

Nous avons donné, tome I, pages 352, 357 et 369, les principes à l'aide desquels on prépare les poudres d'argent, d'or et de platine; il suffit de les broyer ensuite pour obtenir des poussières parfaitement ténues, propres à la décoration des poteries et principalement des porcelaines; mais comme en général les dosages employés à la précipitation ont une certaine influence sur les propriétés physiques que présentent ces poudres, nous croyons devoir entrer, au moins pour l'or dont l'usage est de beaucoup le plus important, dans de nouveaux détails.

Or métallique. — Nous avons dit qu'on avait deux méthodes pour précipiter l'or à l'état de sa dissolution dans l'eau régale : le sulfate de protoxyde de fer et l'azotate d'oxydule de mercure; nous allons indiquer les dosages qu'il convient d'employer pour obtenir de l'or dans de bonnes conditions de broyage et d'emploi.

Or à la couperose. — On dissout 300 grammes d'or dans un mélange formé de 900 grammes d'acide chlorhydrique du commerce et 1000 grammes d'acide azotique ordinaire. Si l'on préfère opérer par volumes, pour la quantité d'or indiquée ci-dessus, on prend 720 centimètres cubes d'acide chlorhydrique et le même volume d'acide azotique. On dissout à froid en ne faisant intervenir la chaleur que vers la fin de l'opération pour rendre la dissolution tout à fait limpide : on décante pour éloigner une petite quantité de chlorure d'argent, car l'or dit à 1000 millièmes contient toujours 0,001 ou 0,0015 d'argent métallique. On étend d'eau : on fait pour cela quatre portions à peu près égales de la dissolution d'or, puis on verse environ 10 litres d'eau dans chacune des portions. On ajoute de la couperose dissoute et limpide tant qu'il se forme un précipité. On laisse déposer pendant dix heures, on décante et on lave avec de l'eau d'abord à trois ou quatre reprises, avec de l'acide chlorhydrique ensuite pour enlever l'oxyde de fer qui peut provenir de la décomposition par l'eau du sulfate de protoxyde de fer mis en excès. On lave enfin à l'eau bouillante, puis on fait sécher au bain-marie. J'ai dit qu'on évitait les paillettes qui se

soudent pendant le broyage, en écrasant l'or avec les doigts sur un tamis de soie.

Or au mercure. — L'or précipité par la couperose est généralement très-dense; il devient donc coûteux de se servir de ce procédé pour faire des décorations de peu de valeur, et pour lesquelles l'or n'a pas à résister à des frottements considérables. On fait usage alors de l'or précipité par l'azotate d'oxydule de mercure, qui donne une masse beaucoup plus volumineuse, c'est-à-dire qui foisonne beaucoup plus, lorsqu'on l'applique au pinceau.

On fait dissoudre 250 grammes de mercure distillé dans 500 grammes d'acide azotique sans autre addition, en aidant faiblement la dissolution par une chaleur très-douce.

D'autre part, on traite 30 grammes d'or par une eau régale faite de sel ammoniac 75 grammes, et d'acide azotique 350 grammes. On fait à chaud le mélange des deux solutions en ajoutant par petites portions le nitrate d'oxydule de mercure dans la dissolution d'or; il se forme un volumineux magma qui n'est autre chose que de l'or divisé. On le lave longtemps à l'eau bouillante, puis on le fait sécher au bain-marie. J'ai pris l'habitude de tamiser également l'or au mercure comme je le fais pour l'or à la couperose; on évite ainsi les paillettes qui se développeraient au broyage.

Avant d'être employé, l'or doit être broyé finement avec son fondant: il faut en ajouter pour la dorure sur toute sorte de poterie.

C'est du nitrate de bismuth précipité par l'eau de sa dissolution dans l'acide azotique; il est blanc, légèrement jaunâtre: il faut avoir le soin d'éviter l'addition du carbonate de potasse qu'on ajoute quelquefois, et qui précipiterait les oxydes de nickel et de cuivre, souvent contenus dans le bismuth métallique; la présence de quelques millièmes de cuivre empêcherait l'or de donner un beau mat. On ajoute à l'oxyde de bismuth $\frac{1}{12}$ de borax fondu, et on mêle, suivant certaines circonstances, $\frac{1}{12}$ ou $\frac{1}{15}$ de fondant pour 1 partie d'or.

Pour dorer la porcelaine dure, c'est ce fondant qu'on emploie; pour dorer la porcelaine tendre, on ajoute du borate de plomb préparé par voie de précipitation.

On a remarqué que l'or ne s'employait avec facilité que lorsqu'il avait séjourné quelque temps sur la glace en mélange avec les essences qui doivent en faciliter l'application; il coule mieux et

donne alors un mat beaucoup plus brillant que lorsqu'on l'applique immédiatement après le broyage. Il ne faut pas le broyer avec trop d'essence grasse, qui donne un or trop mince et comme lavé.

Pour obtenir l'or avec économie, mais en même temps avec solidité, plusieurs procédés ont été proposés; ils rendent la dorure plus durable sans en augmenter beaucoup le prix.

M. Rousseau pose une première couche de platine mêlé de fondant qu'il recouvre d'une couche très-mince d'or métallique. Ce procédé donne une dorure solide, mais qui à l'usage ne conserve pas une belle teinte, la couleur de l'or étant modifiée par celle du platine que l'usure fait apparaître.

Le procédé de M. Grenon consiste dans l'application successive de deux couches d'or chacune avec un fondant particulier et dans des proportions différentes. La première couche est cuite à une température élevée; on la polit avec du grès, puis on applique par-dessus une couche mince d'or au mercure, préparée et cuite comme à l'ordinaire. Cette dorure se brunit avec facilité et prend un bel éclat. Des expériences faites à Sèvres ont permis de constater qu'elle résistait à des frottements par des corps durs qui altèrent profondément la dorure ordinaire.

La dorure de M. Grenon emploie $0^{gr},425$ d'or par douzaine d'assiettes à filet d'une ligne de largeur; le prix des assiettes en est augmenté de 6 francs par douzaine. La dorure de Paris emploie seulement $0^{gr},212$ par douzaine d'assiettes; elle se paye 4 francs.

L'élévation du prix de la dorure de M. Grenon est justifiée par la grande quantité d'or employée et par les doubles frais de posage et de cuisson.

Lorsqu'on veut obtenir de l'or beau mat, il faut avoir recours au procédé sur lequel nous reviendrons plus loin et qui donne sur la porcelaine mise en couverte, c'est-à-dire à glaçure brillante et polie, l'or brillant au sortir du moufle.

Or en coquille. — On peut encore faire usage de ce que l'on nomme l'*or en coquille*. Cet or n'est autre chose, ainsi qu'on le sait, que l'or battu, très-pur, aussi pur qu'il est possible de l'avoir et déchiré sur une glace au moyen d'une substance soluble à l'eau bouillante, telle que le sucre, le sel ou le miel; de là le nom d'*or au miel* qu'on a donné pendant longtemps à cette préparation. Le nom d'*or en coquille* lui vient de ce que l'usage s'est établi de

le vendre dans des coquilles de moule. Le broyeur le plus exercé ne peut guère broyer plus de 60 grammes dans une journée de travail. Appliqué sur porcelaine dure, cet or doit se cuire avec la plus grande précaution, généralement beaucoup au-dessous du feu de dorure ordinaire.

On a fait dans la dorure de la porcelaine tendre ancienne de Sèvres un très-grand usage de l'or en coquille. Lorsque l'or dont on s'est servi ne contenait aucun alliage ou lorsqu'il ne renfermait que quelques millièmes d'argent, on avait de la dorure riche et très-éclatante.

Le dissolvant de l'or en coquille est souvent de l'eau miellée ou de la gomme. Le miel a deux inconvénients assez graves. Il attire les mouches qui l'étendent partout avec leurs pattes, enlèvent la finesse des détails et font disparaître l'assurance de touche du doreur. En second lieu, il est fermentescible, et les gaz qui se développent dans l'acte de fermentation soulèvent l'or et s'opposent à son adhérence avec la porcelaine.

La gomme a moins d'inconvénients, mais elle doit être employée très-fluide avec circonspection.

Dans tous les cas, qu'on fasse usage de gomme ou de miel, il faut n'appliquer la dorure que sur des parties entièrement dépouillées de corps gras. L'or se lèverait par écailles et ne tiendrait nullement. Il est préférable pour délayer l'or de faire usage du mordant du frère Hippolyte, additionné d'un peu de gomme arabique dissoute; on le nomme *mucilage pour l'or*.

Voici les dosages qu'il convient de prendre.

On pèse :

Oignons épluchés....	430 grammes,
Ail épluché.........	430

on les fait bouillir avec 3 litres de vinaigre qu'on ajoute litre par litre; on fait réduire à petit feu jusqu'à ce que la matière devienne poisseuse; on met infuser alors dans le mélange 250 grammes de gomme arabique; on filtre à travers un linge; on exprime pour recueillir tout le jus; on filtre sur du papier en étendant avec assez d'eau pour que le liquide puisse passer facilement; on concentre enfin les liqueurs jusqu'à consistance sirupeuse.

Pour faire la dorure des imitations du *vieux Sèvres*, on prépare

de l'or en coquille avec un métal allié par une fonte préalable d'un millième de cuivre. L'or pendant le laminage et le broyage conserve le cuivre qui sous l'influence du feu s'oxyde et communique à la dorure un aspect terne que les amateurs attribuent à la vétusté de la pièce.

Argent. — Il existe maintenant dans le commerce, surtout dans le commerce de Paris, des pièces de porcelaine dure dont la principale décoration consiste dans des ornements et des fonds comme guillochés d'argent mat. Ce mat métallique d'un beau blanc relevé par des ornements en bleu ou en toute autre couleur éclatante qui l'accompagne ou l'entoure, produit sur l'œil un effet très-agréable et offre à la première vue comme un éclat de nacre pâle, c'est-à-dire qui ne projette aucune couleur irisée. Cet argent, préparé par M. Rousseau, de Paris, peut fournir un bruni à l'effet très-distinct et très-riche, jouissant de l'avantage précieux de résister à l'action de l'acide sulfhydrique contenu dans l'air.

La résistance à l'action délétère des émanations hydrosulfurées les plus fortes tient à la superposition d'une légère couche d'or, ainsi que M. Brongniart l'a fait connaître (*Bulletin de la Société d'Encouragement*, 46e année, page 76). On étend au pinceau une couche très-mince d'or sur l'argent dont la pièce est recouverte avant de passer au feu de moufle; on fait fondre à l'aide de l'action d'une chaleur d'un rouge cerise le peu de fondant qui fixe ces deux métaux sur la porcelaine.

Le succès complet de cette argenture dépend de l'habileté pratique de l'artiste et de plusieurs précautions empiriques dont voici les principales : L'argent doit être dissous dans un acide étendu de beaucoup d'eau, précipité lentement par le cuivre et complétement lavé; il faut que cet argent, mis sur le blanc de la porcelaine ou sur un fond de couleur dure ne contenant aucune couleur tirée de l'or, soit placé épais et visqueux; qu'on le laisse pendant vingt-quatre heures dans cet état avant d'y mettre la légère couche d'or dissous dont on doit la couvrir, enfin que le tout soit cuit modérément.

Application des métaux. — Les métaux sont délayés dans des essences et appliqués soit à la main, soit par impression sur la poterie qu'ils doivent décorer. On fait un grand usage de l'or à l'état

de filets. Ces filets se font rapidement au moyen de la tournette (*fig.* 472). Un plateau A reçoit la pièce parfaitement centrée; il tourne sur un axe B (*fig.* 473) qu'on peut élever à volonté par le moyen d'une vis placée dans le renflement E qu'on peut voir par la coupe. La doucine qui limite inférieurement le plateau sert à faire tourner le plateau pendant que d'une main le fileur fait son décor.

Fig. 472.

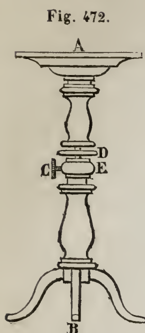
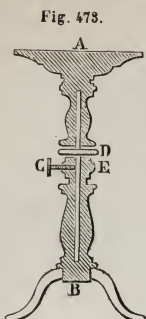


Fig. 473.



La cuisson des métaux s'exécute dans les moufles, comme celle des couleurs.

Brunissage des métaux. — L'or et les autres métaux appliqués sur la poterie n'ont généralement pas l'éclat métallique après la cuisson. Si l'on veut obtenir des effets variés, on dessine sur cet or en surface avec des pointes très-dures, des ornements plus ou moins compliqués: c'est brunir à *l'effet;* si l'on veut au contraire avoir de grandes surfaces brillantes, on brunit à plat en le frottant fortement et avec adresse, pour ne déterminer aucune rayure. Il faut surtout une grande habileté pour brunir les fonds d'or.

Fig. 474.



Fig. 475



Fig. 476



Fig. 477.



Fig. 478.



Fig. 479.



Brunissoirs. — On se sert pour brunir des outils qu'on nomme

brunissoirs et qu'on emploie dans un grand nombre d'ateliers. Les uns sont en hématite brune, qu'on désigne alors sous le nom de *sanguine,* les autres sont en agate; ils sont très-variables de forme et de grosseur, et pour faire un bon brunissage il faut se tenir assorti de brunissoirs de formes très-différentes. Les brunissoirs se nettoient par le frottement sur un cuir chargé de potée d'étain. On commence par dégrossir avec du sablon et de la craie qui donnent une sorte de poli; on finit avec la sanguine. Cette sorte de travail est confiée presque partout à des femmes.

Les brunissoirs sont adaptés au moyen de viroles en cuivre ou de fer (*fig.* 474, 475, 478, 479).

LUSTRES MÉTALLIQUES.

Nous ne rappellerons pas ici les propriétés qui caractérisent les lustres métalliques, nous les avons indiquées en parlant des matières employées à la décoration des produits céramiques.

On distingue :

1°. Les lustres d'or et le burgos;
2°. Les lustres de platine;
3°. Les lustres de cuivre;
4°. Les lustres d'argent;
5°. Les lustres de litharge.

Les lustres d'or et de platine sont de beaucoup les plus importants.

Lustres d'or. — On distingue suivant l'éclat de l'or et son épaisseur la dorure de Meissen, le lustre d'or et le lustre burgos.

Dorure de Meissen. — La dorure de Meissen possède l'éclat métallique de l'or, et, lorsqu'il est bien préparé, la couleur de ce métal; le brillant ne résulte pas, comme pour les métaux ordinaires, du frottement avec le brunissoir. On l'obtient par différents procédés. Les procédés suivis à la manufacture de Meissen sont encore secrets. On fait cette dorure en France aujourd'hui; M. Dutertre a fait breveter un premier procédé; MM. Carré sont également brevetés pour un procédé différent. Nous allons donner ici l'exposé des méthodes telles que ces décorateurs les ont décrites; je regrette de ne pouvoir les discuter : expert dans la cause pendante devant les tribunaux, je suis forcé de garder une certaine réserve tant que les juges n'auront pas prononcé.

Voici le procédé de M. Dutertre.

On met dans un vase qu'on chauffe légèrement :

Or pur..................	32 grammes.
Acide azotique..........	128
Acide chlorhydrique.....	128

Lorsque les métaux sont dissous, on ajoute :

Étain métallique........	0,12
Beurre d'antimoine......	0,12

Quand la dissolution est complète, on l'étend de 500 grammes d'eau.

D'autre part, on met dans un second vase :

Soufre..................	16 grammes.
Térébenthine de Venise....	16
Essence de térébenthine...	80

On fait chauffer jusqu'à ce que tout soit intimement combiné, après quoi l'on ajoute 50 grammes d'essence de lavande. On fait de la sorte un véritable baume de soufre térébenthiné.

Après ces préparatifs, on verse la dissolution d'or sur la seconde, on met chauffer, puis on bat jusqu'à ce que l'or ait passé dans les huiles. On enlève l'eau chargée des acides séparés de l'or; on lave avec de l'eau chaude, et lorsque les dernières traces d'humidité sont éloignées, on ajoute 65 grammes d'essence de lavande et 100 grammes de térébenthine ordinaire; on fait chauffer jusqu'à complet mélange. On laisse reposer un peu la partie claire dans un vase à part sur 5 grammes de fondant de bismuth. On fait chauffer pour que le liquide soit d'un emploi convenable.

La liqueur chargée d'or se présente alors sous forme d'un liquide visqueux à reflet très-légèrement verdâtre, l'or y est à l'état soluble, lorsqu'un repos a permis à toutes les parties non dissoutes qui se sont précipitées sous forme cristalline de se réunir au fond du vase et qu'on les a séparées par la décantation.

La térébenthine de Venise donne à la liqueur la propriété siccative qu'elle doit posséder pour que les décors sèchent promptement. Les résines aurifères se décomposent par la chaleur en donnant à basse température, sans se fondre, un dépôt de charbon

chargé d'or qui conserve l'apparence d'une feuille d'or laminé d'une excessive minceur. La beauté de la dorure résulte entre autres faits de l'absence de toute fusion dans la matière résineuse.

MM. Carré décrivent leur procédé de la manière suivante :

Dans un matras on fait dissoudre 10 grammes d'or au moyen de 100 grammes d'eau régale, on étend la dissolution dans 150 grammes d'eau. Ensuite on ajoute 100 grammes d'éther rectifié; on agite afin que l'éther s'empare de l'or. On verse le tout dans un entonnoir de verre; on laisse déposer un instant; l'éther chargé d'or reste dessus, puis on laisse écouler l'acide tout doucement jusqu'à ce qu'il ne reste plus que l'éther qui est devenu jaune. On le remet dans le matras.

Dans un autre matras on fait une dissolution de 20 grammes de sulfure de potassium qu'on décompose avec 200 grammes d'acide azotique; on lave le précipité jusqu'à ce que l'eau de lavage soit pure; on fait sécher le précipité lavé, puis on le remet dans le matras avec 5 grammes d'huile de noix et 25 grammes d'essence de térébenthine ordinaire. On fait dissoudre au bain de sable. On obtient de la sorte un baume de soufre dans lequel on mêle 25 grammes d'essence de lavande. On verse cette dissolution dans la dissolution d'éther; on agite pendant quelques minutes, puis on décante dans un bol de porcelaine; on concentre jusqu'à consistance sirupeuse. On ajoute :

Sous-nitrate de bismuth....	15 décigrammes.
Borate de plomb..........	15 décigrammes.

La quantité de fondant varie du reste avec la nature de la poterie sur laquelle on applique ce produit : pour l'employer on le met mince, en le délayant dans un mélange fait à volumes égaux d'essence de térébenthine et d'essence de lavande.

On voit que dans ce procédé ni l'étain ni le beurre d'antimoine ne sont employés.

Lustre d'or. — Le lustre d'or est la dorure dont nous venons de nous occuper, présentant un aspect moins brillant; lorsque la quantité d'or qui entre dans les dosages précédents ne passe pas entièrement, ou à peu près, dans les liquides gras avec lesquels on mêle le chlorure d'or, on obtient une dorure plus faible et cependant plus riche que le burgos : ce dernier résulte de l'application

d'une liqueur ne contenant pour ainsi dire que quelques traces d'or.

On a donné beaucoup de recettes, en Angleterre surtout, pour préparer ces lustres. Nous citerons ceux décrits dans les brevets d'invention par M. Boudon de Saint-Amans. On fait dissoudre à chaud avec précaution le mélange suivant :

Eau régale	28,8
Or pur	4,8

L'eau régale se compose de 30 grammes acide azotique, 90 grammes acide chlorhydrique. On ajoute graduellement 4gr,5 d'étain, qu'on projette par petites portions.

On verse d'abord une petite quantité de cette dissolution dans 20 grammes de baume de soufre. On délaye dans 10 grammes de térébenthine ; on mêle tous ces ingrédients avant de verser le reste de la dissolution d'or, qu'on ne doit mettre que graduellement en remuant par intervalles ; on arrête pour laisser fermenter un peu, et on remue jusqu'à ce que tout s'épaississe. On ajoute en dernier lieu 30 grammes de térébenthine. Le lustre d'or est le magma qu'on ne peut employer qu'après l'avoir séparé de l'eau des acides liquides employés.

On a pu faire ce même lustre au moyen de l'or fulminant. On broie, pendant qu'il est encore humide, avec de l'essence de térébenthine ; le broyage, difficile d'abord, devient plus facile lorsque, par suite de l'exposition à l'air libre, l'humidité s'est entièrement dissipée.

On a proposé de faire encore ce même lustre en engageant l'or dans des dissolutions de sulfures alcalins.

Lustre burgos. — Le burgos, qui tire son nom de celui d'une sorte de coquille qu'on appelle *burgau*, et qu'on écrit *burgos* par corruption orthographique, ne me paraît être autre chose que l'un ou l'autre des produits qui précèdent, mais contenant peu d'or. L'examen attentif des pièces chargées de dorure brillante au sortir du moufle sans brunissage, le démontre clairement ; toutes les parties très-minces, celles qui proviennent du dépôt des maculatures apposés par les doigts, sont irisées et perdent l'opacité du métal en prenant la transparence du burgos.

M. de Saint-Amans a fait connaître en 1821 le procédé suivant

pour préparer le burgos ou le *purple gold luster*, comme on le nommait en Angleterre.

On prend une quantité convenable d'eau régale pour faire dissoudre 25 grammes d'or. On ajoute 6^{gr}, 5 d'étain par petites portions, jusqu'à ce que tout soit dissous. On verse ensuite dans une partie de cette dissolution 50 grammes de baume de soufre mêlé de 20 grammes d'esprit de goudron. Quand ce premier mélange est fait, on verse le reste de la dissolution d'or et d'étain, on ajoute ensuite 50 grammes d'essence de térébenthine; on mêle le tout jusqu'à ce que la matière prenne la consistance d'une bouillie épaisse.

Il faut évidemment encore comme plus haut, pour employer cette matière, laisser se dissiper les liquides aqueux avec lesquels la masse huileuse est en mélange.

Lustre de platine. — On obtient avec la plus grande facilité le lustre de platine en broyant le chlorure de platine anhydre avec de l'essence de lavande ou toute autre huile essentielle, avec du baume de soufre et toute matière résineuse et siccative. On applique la liqueur huileuse au pinceau de la même manière que les mélanges qui précèdent. On pourrait sans doute substituer avantageusement le chlorure double d'ammoniaque et de platine au chlorure simple de platine qui s'empare avec une très-grande facilité de l'humidité de l'atmosphère.

Le platine reste après la cuisson avec un éclat aussi pur que s'il l'eût reçu du brunissage le plus soigné.

Lustre d'argent. — Quelques pièces de poterie appartenant aux faïences communes de fabrication ancienne offrent une coloration brillante métallique à reflets jaunâtres.

Lustre jaune. — Je crois qu'il est possible de reproduire ce lustre au moyen de l'argent, en le dissolvant dans l'acide azotique et cherchant à l'incorporer dans des liquides huileux comme nous avons vu qu'on le faisait pour l'or.

On sait que le chlorure d'argent appliqué sur certains verres se décompose en donnant un silicate d'argent qui colore en jaune plus ou moins foncé, par une sorte de cémentation, la surface sur laquelle il est appliqué. Le chlorure d'argent pourrait donc être de même appliqué sur porcelaine pour donner un lustre ayant un certain éclat métallique, sans qu'il soit nécessaire de le brunir.

Il est seulement indispensable de cuire la pièce recouverte de ce lustre dans une atmosphère réductrice. Le chlorure d'argent est fondu préalablement avec un cristal plus ou moins fusible et plombifère. Le mélange broyé se pose au pinceau sur la poterie qu'on veut décorer. On cuit, et lorsque la pièce est encore rouge, on la fait passer dans une enceinte dans laquelle on dégage une fumée plus ou moins abondante.

Lustre cantharide. — Le lustre qu'on nomme ainsi, parce qu'il rappelle les brillantes couleurs des cantharides, est obtenu par la composition qui donne le lustre jaune; il n'y a de différence qu'en ce que ce lustre, au lieu d'être apposé sur une poterie blanche, l'est sur une poterie colorée en bleu. La superposition du jaune sur le bleu forme une teinte verdâtre qui n'est pas sans agrément. On comprend facilement la grande variété de fonds que ce lustre peut donner s'il était appliqué sur des glaçures déjà variées de coloration.

Lustre de cuivre. — Le lustre de cuivre offre le même aspect et le même chatoiement rosâtre et jaunâtre que le lustre burgos. On en trouve l'application fréquente sur les faïences communes d'Espagne et sur les spécimens les plus recherchés des majoliques de l'époque de Georgio. On ne peut conserver aucun doute sur la nature de ce vernis; la couche colorante très-mince est peut-être formée d'un silicate d'oxydule de cuivre.

Le lustre de cuivre n'est pas encore devenu l'objet d'une fabrication courante. Quelques recherches ont été faites pour retrouver les anciens procédés qui étaient assez certains pour permettre d'appliquer sur une faïence à glaçure stannifère, des traits et des linéaments très-déliés et d'un rouge rubis du plus brillant effet. J'ai fait quelques essais qui m'ont prouvé que s'il était possible de faire passer dans le moufle, pendant la cuisson de quelques dessins composés d'azotate d'oxydule de cuivre, de l'hydrogène ou de l'oxyde de carbone, on obtiendrait du rouge brillant comme le rouge des majoliques. En enflammant simplement, dans un moufle chargé de tessons de faïence à glaçure stannifère, du papier contenant de l'oxyde de cuivre, on détermine une volatilisation suffisante de cet oxyde pour déposer sur les parties émaillées une sorte de lustre cuivreux aussi brillant que celui des poteries de Manassès près Valence.

Lustre de plomb. — On donne le nom de *lustre de litharge* ou de *lustre de plomb* à la coloration brillante irisée que présentent certaines poteries à glaçure plombifère : ces poteries ont dû recevoir pendant leur cuisson l'influence réductrice de quelques vapeurs, qui ont en même temps fait réaction sur l'oxyde de fer que ces glaçures peuvent contenir. Je n'ai jamais remarqué que les glaçures de porcelaine tendre par exemple, qui sont exemptes de fer, présentassent l'apparence du lustre de litharge lorsqu'on les cuit dans des conditions prononcées de réduction. Il se développe souvent une coloration noire due à du plomb métallique réduit. Peut-être les résultats seraient-ils différents en présence d'un grand excès de litharge.

Position des lustres. — La définition des lustres telle que nous l'avons donnée plus haut limite singulièrement la position de ces produits sur les poteries qu'ils décorent. Ils doivent toujours être sur la glaçure, et la condition la plus importante à remplir pour qu'ils soient réussis, c'est que la glaçure soit parfaitement brillante.

Application des lustres. — Les diverses méthodes à l'aide desquelles on applique les lustres se confondent avec celles employées pour l'application des couleurs et des métaux : on les applique délayés dans des essences et des corps gras pour faire adhérer la matière pendant le travail; on fait usage de putois ou de pinceaux de diverses grosseurs et de diverses formes suivant la nature des produits qu'on veut décorer et suivant le genre de travail dont on désire faire l'application.

Les différentes couleurs doivent être appliquées au moyen de véhicules qui disparaissent pendant la cuisson. L'eau, dont l'usage est impossible lorsque la matière est naturellement huileuse, comme dans le cas des lustres, serait évidemment le véhicule le plus convenable, car elle disparaît par une simple exposition à l'air; mais les couleurs ne sont pas suffisamment fixées pour que les retouches soient faciles; on se sert de préférence d'essence de térébenthine ou d'essences de lavande. Comme ces essences sont elles-mêmes très-volatiles, on les rend visqueuses en les additionnant des essences graissées par une exposition prolongée au contact de l'air, ainsi que nous l'avons dit tome I, page 411.

On pose les fonds avec les essences de lavande, qui restent plus

fluides et s'évaporent moins promptement. On peint avec la térébenthine. On peut enlever des parties peintes et faire des réserves soit en grattant, soit en délayant la couleur déjà posée.

Le grattage est une opération mécanique.

Le délayage est une opération chimique. On peut faire usage d'une dissolution alcaline, et, mieux encore, d'huile de lin, qui détrempe les résines par lesquelles la couleur est fixée. On colore généralement cette huile par de la cochenille ou du carmin.

Les réserves peuvent encore se faire en appliquant le fond sur des matières gommées, carbonate ou sulfate de baryte, placées au putois, ou bien au pinceau, sur la partie qu'il faut réserver, et qui tombent d'elles-mêmes par une cuisson convenable.

Ces divers moyens sont plus expéditifs que le grattage ordinaire.

Ici se bornent les notions que je crois devoir présenter sur l'art de fabriquer et de décorer les poteries. Mon but était de réunir les principes généraux qui doivent faciliter la lecture et l'étude des Traités spéciaux écrits sur la matière. J'ai dû me dispenser de retracer un grand nombre de détails qu'on trouvera dans les ouvrages plus étendus, comme différents Manuels et le *Traité des Arts céramiques*. Je dois me borner maintenant à renvoyer le lecteur principalement au livre de M. Brongniart, et je m'estimerais heureux si ces Leçons pouvaient contribuer encore à le répandre parmi les manufactures.

FIN DU DEUXIÈME ET DERNIER VOLUME.

